



# **CEMENTEK KÖTŐANYAGOK**

**Dr. Kausay Tibor**

**BME Építőanyagok és Magasépítés Tanszék**

**Frissítve: 2017. március**

Kausay

**3300-szoros nagyítás**

# **KÖTŐANYAGOK VIZSGÁLATA**



## Kötőanyagok őrlési finomságának vizsgálata szitamódszerrel

<p style="text-align: center;"><b>MSZ EN 196-6:1992</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Cementvizsgálati módszerek.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>6. rész: Az őrlési finomság meghatározása</b></p> <p style="text-align: center;"><b>3. fejezet: Szitamódszer</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>MSZ 57:1977</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Gipsz kötőanyagok</b></p> <p style="text-align: center;"><b>3.3 fejezet: Az őrlésfinomság vizsgálata</b></p>
<b>Vizsgálóeszközök</b>	
<p><b>Vizsgálószita</b></p> <p>A vizsgálószita nem rozsdásodó, 150-200 mm névleges átmérőjű, 40-100 mm magasságú henger alakú keretből és <u>90 µm (0,09 mm)</u> lyukbőségű, rozsdamentes acélból vagy egyéb kopásálló és nem rozsdásodó huzalból készült szitaszövetből áll. A keret alján egy szitafeneket, felső <u>részen</u> pedig fedőlemezt kell elhelyezni.</p> <p>A vizsgálószita az ISO 565 és ISO 3310-1 szabvány szerinti kell, hogy legyen.</p>	<p><b>Vizsgálószita</b></p> <p>A vizsgálószita <i>lyukbősége 200 µm (0,2 mm).</i></p> <p>A vizsgálószita az MSZ 695 szabvány szerinti kell, hogy legyen.</p>
<p><b>Mérleg</b></p> <p>A mérleg legalább 10 g méréshatárú és <u>0,01 g</u> pontosságú legyen.</p>	<p><b>Mérleg</b></p> <p>50 mg (<u>0,05 g</u>) pontosságú táramérleg.</p>

Teljes képernyő

Teljes képernyő bezárás

	<p><b>Száritószekrény</b></p> <p>Felfűthetősége legalább 100 °C legyen.</p>
	<p><b>Hőmérő</b></p> <p>A hőmérő méréshatára 100 °C</p>
<p><b>Szitagép</b></p> <p>A szitalás esetleg szitagéppel is elvégezhető, ha annak eredménye a kézi szitalás eredményétől nem tér el.</p>	<p><b>Szitagép</b></p> <p>A szitalás esetleg szitagéppel is elvégezhető.</p> <p>Döntővizsgálat esetén kézi szitalást kell alkalmazni.</p>
<b>Vizsgálati minta</b>	
A vizsgálati minta mérésenként kb. 10 g tömegű <b>cement</b> , amelyet 0,01 g pontossággal kell lemérni.	A vizsgálati minta mérésenként 50 g tömegű <b>gipsz</b> , amelyet 0,1 g pontossággal kell lemérni.
<b>Vizsgálati eljárás</b>	
<p>A vizsgálandó cementmintát zárt edényben 2 percig összerázzuk, hogy az összetapadt anyagrészecskéket fellazítsuk. A mintát az edényben ezután 2 percig pihentetjük. A port tiszta, száraz pálcával óvatosan összekeverjük, hogy a finom alkotórészek a cementben egyenletesen szétoszoljanak.</p> <p>A szitafeneket a szita alá helyezzük. 10 g körüli mennyiségű cementet 0,01 g pontossággal lemértünk és rázás nélkül a szitára helyezzük. Az esetleg</p>	<p>A vizsgálandó gipszből 200 g-ot előzetesen száritószekrényben - legfeljebb 10 mm vastagságban elterítve - <math>(50 \pm 3) ^\circ\text{C}</math> hőmérsékleten 1 órán át kell száritani. A kiszáritott gipsz kötőanyagból 50 g tömegű vizsgálati mintát 0,1 g-ra pontosan le kell mérni, majd a szitára kell szórni, ezután kézzel, vagy szitagéppel a szitalást el kell végezni.</p> <p>A szitalást akkor kell befejezni</p>

Teljes képernyő

Teljes képernyő bezárása

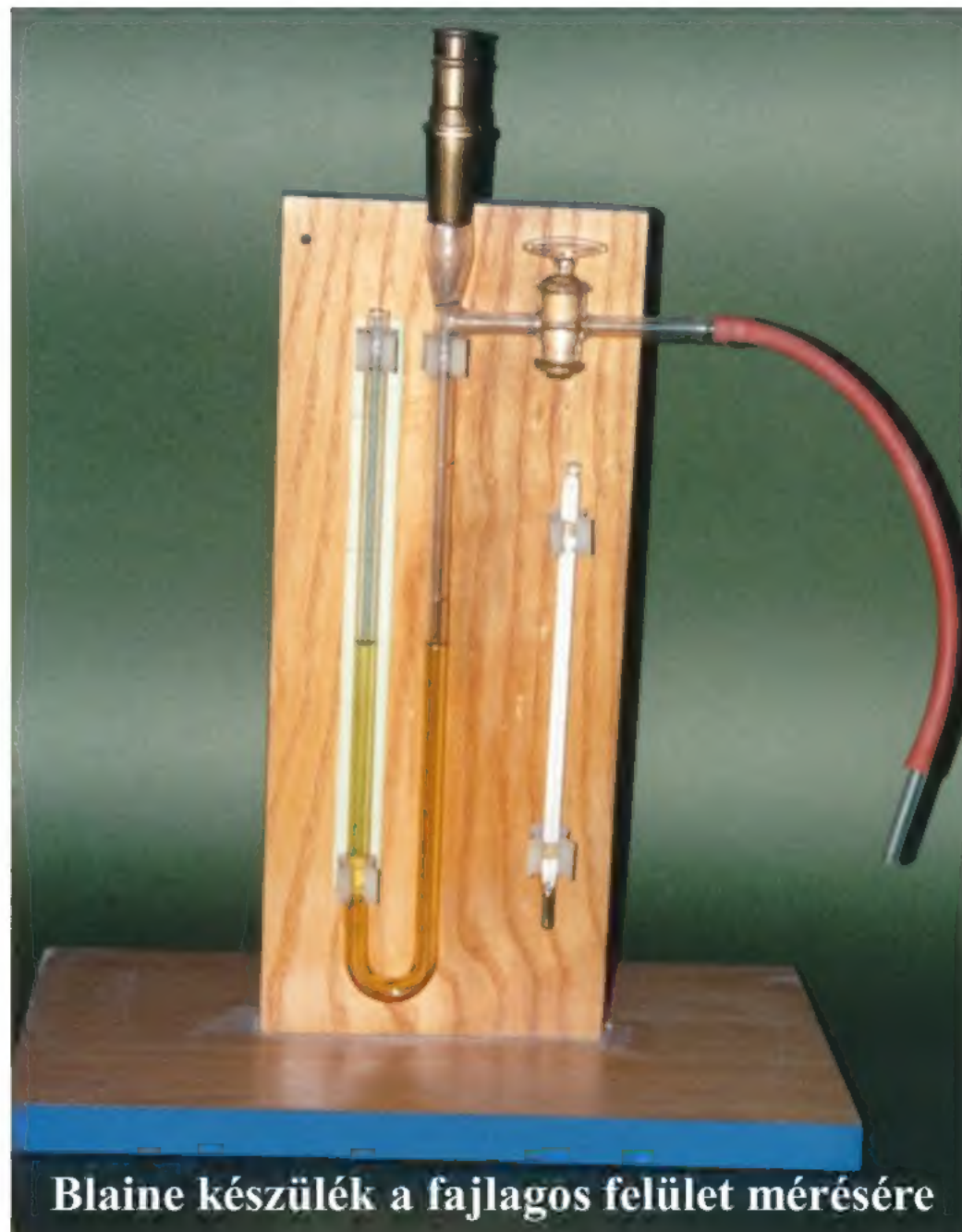
<p>összekeverjük, hogy a <u>minimális</u> alkotórészek a cementben egyenletesen szétoszoljanak.</p> <p>A szitafeneket a szita alá helyezzük. 10 g körüli mennyiségű cementet 0,01 g pontossággal lemérünk és rázás nélkül a <u>szitára</u> helyezzük. Az esetleg előforduló csomósodásokat szétoszlatjuk. Utána felerősítjük a szitára a fedőlemezt. A szitát vízszintesen, körkörösén mozgatjuk mindaddig, amíg további részecske már nem hullik át a szitán. A szitáról levesszük a fedőlemezt, majd a szitát levesszük a szitafenékről és a szitán levő maradék cement tömegét 0,01 g pontossággal lemérjük.</p>	<p>Kiszáritott gipsz kötőanyagból 50 g tömegű vizsgálati mintát 0,1 g-ra pontosan le kell mérni, majd a szitára kell szórni, ezután kézzel, vagy szitagéppel a szitálást el kell végezni.</p> <p>A szitálást akkor kell befejezettnek tekinteni, ha kézi szitálás esetén 1 perc alatt a szitán 0,05 g-nál kevesebb anyag hullik át.</p>
<p><b>Vizsgálati eredmény</b></p>	
<p>A szitán fennmaradt cement tömegét a szitált vizsgálati minta teljes tömegére vonatkoztatva tömeg%-ban, 0,1% pontossággal adjuk meg. Ezt nevezzük őrlési finomságnak (őrlésfinomságnak).</p>	<p>A szitán fennmaradt gipsz tömegét a szitált vizsgálati minta teljes tömegére vonatkoztatva tömeg%-ban, 0,1% pontossággal adjuk meg. Ezt nevezzük őrlési finomságnak (őrlésfinomságnak).</p>
<p><b>Ismétlések száma</b></p>	
<p>A vizsgálati eljárást újabb 10 g <u>tömegű</u> vizsgálati mintával meg kell ismételni.</p> <p>Ha a két mérés vizsgálati eredménye abszolút értékben több mint 1 %-kal eltér egymástól, akkor <del>három</del> <sup>Köszvény</sup>szitálást is kell végeznünk.</p>	<p>A vizsgálati eljárást újabb 50 g <u>tömegű</u> vizsgálati mintával meg kell ismételni.</p>



Ha a két mérés vizsgálati eredménye abszolút értékekben több mint 1 %-kal eltér egymástól, akkor harmadik szítást is kell végeznünk.]	
<b>Mértékadó vizsgálati eredmény</b>	
<p>Mértékadó vizsgálati eredmény az ismétlések számától függően a <i>két</i> vagy a <i>három</i> mérés vizsgálati eredményének átlaga, amelyet 0,1 tömeg% pontossággal kell kiszámítani.</p> <p><i>Az ismételhetőség szórása legfeljebb 0,2%, az összehasonlíthatóság szórása legfeljebb 0,3% lehet.</i></p>	<p>Mértékadó vizsgálati eredmény a <i>két</i> mérés vizsgálati eredményének átlaga, amelyet 0,1 tömeg% pontossággal kell kiszámítani.</p>
<b>Követelmény a termékekre</b>	
<b>Cement, MSZ EN 197-1:2000</b>	<b>Gipsz kötőanyagok, MSZ 57:1977</b>
Lásd alább	<p>Durva gipsz, I. <u>jelű</u>: legfeljebb 30 tömeg%</p> <p>Középfinom gipsz, II. <u>jelű</u>: legfeljebb 15 tömeg%</p> <p>Finom gipsz, III. <u>jelű</u>: legfeljebb 2 tömeg%</p> <p style="text-align: center;">szitamaradék a 0,2 mm lyukbőségű szítán.</p>



Szitagép  
az őrlési finomság meghatározásához



Blaine készülék a fajlagos felület mérésére

**A cement szitavizsgálati (őrlés finomság) módszerének jellemzői  
és a szitavizsgálat eredményére vonatkozó követelmények,  
illetve azok változása az idők folyamán**

Vizsgálati módszer jellemzői	Vizsgálati szabvány	
	MSZ 523/2:1975	MSZ EN 196-6:1992
<b>Szitavizsgálat (Őrlés finomság)</b>		
Módszer	Kézi és gépi szitalás lehet.	Alapvetően kézi szitalás, de alternatívaként megengedi a gépi szitalást, ha az a kézi szitalással azonos eredményre vezet.
Szita lyukbőssége	0,20 mm-es (900-as) és 0,09 mm-es (4900-as) szita	0,09 mm-es szita
Bemérendő minta tömege	Kézi szitalásnál: $100 \pm 0,1$ g Gépi szitalásnál: $50 \pm 0,1$ g	Kb. 10 g, amit 0,01 g pontossággal kell lemérni.
Vizsgálószita kerete	Kézi szitalásnál 21*21*(10+1) cm	Nem rozsdásodó, 150-200 mm névleges átmérőjű, 40-100 mm magasságú henger
Vizsgálati eredmény	Két szitalás eredményéből számított átlag, 0,1 tömeg% pontossággal, ha a két mérés eltérése legfeljebb 0,5 tömeg%.	Két szitalás eredményéből számított átlag, 0,1 tömeg% pontossággal, ha a két mérés eltérése legfeljebb 1,0 tömeg%. Ellenkező esetben harmadik

Kausay

vizsgálatot is kell végezni.

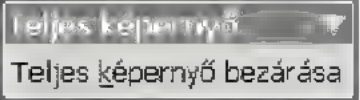


Követelmények az őrlés finomságra	Portlandcementekre vonatkozó <u>termékszabvány</u>		
	MSZ 4702/2:1974	MSZ 4702/2:1981	MSZ 4702/2:1997 és  MSZ EN 197-1:2000
<p><b>Szitavizsgálat</b> során a 0,09 mm-es szitán fennmaradt mennyiség, legfeljebb</p>	<p>A termékszabvány a szitamaradékra nem tartalmazott követelményt.</p>	<p>550 pc és 450-R pc esetén 12 tömeg%;  egyéb cementeknél 15 tömeg%.</p>	<p>A cement termékszabványok a szitamaradékra nem tartalmazzanak követelményt.</p> <p>Az őrlési finomságot az MSZ EN 197-1:2000 cement termékszabvány a cementekre nem, csak bizonyos főalkotórész (bázikus pernye) vizsgálati feltételül írja elő, 0,04 mm nyílású vizsgálószita alkalmazásával.</p>
<p>Kausz Blaine-féle</p>	550 pc esetén	550 pc esetén	A termékszabvány a

<p>menyiség, legfeljebb</p>	<p>550 pc ma: CEM I 52,5 pc 450-R pc ma: CEM I 42,5 R (rapid) pc 350 kspc 20 ma: CEM II/A-S 32,5 kspc</p>	<p>15 tömeg%.</p>	<p>követelményt.</p> <p>Az őrlési finomságot az MSZ EN 197-1:2000 cement termékszabvány a cementekre nem, csak bizonyos főalkotórész (bázikus pernye) vizsgálati feltételét írja elő, 0,04 mm nyílású vizsgálószita alkalmazásával.</p>
<p>Blaine-féle fajlagos felület, m<sup>2</sup>/kg</p>	<p>550 <u>pc</u> esetén 330-450;  450 <u>pc</u> esetén 260-380;  350 <u>pc</u> esetén 250-350;</p>	<p>550 <u>pc</u> esetén 300-420;  450-R <u>pc</u> esetén 280-400;  450 <u>pc</u> esetén 260-400;  350 <u>kspc</u> 20 esetén 240-350</p>	<p>A termékszabvány a fajlagos felületre nem tartalmaz követelményt.</p>





## Kötőanyagpékek szabványos folyósságának vizsgálata

<p style="text-align: center;"><b>MSZ EN 196 3:1990</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Cementvizsgálati módszerek.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>3. rész: A kötési idő és a térfogatállandóság meghatározása</b></p> <p style="text-align: center;"><b>5. fejezet: A szabványos folyósság vizsgálata</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>MSZ 57:1977</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Gipsz kötőanyagok</b></p> <p style="text-align: center;"><b>3.4.1.-3.4.3. fejezetek: A szabványos folyósság vizsgálata</b></p>
<b>Vizsgálóeszközök</b>	
<p>E szabvány szerinti <b>Vicat-féle tűs készülék</b>, amelynek <b>merülőrúdja</b> korrozioálló fémből készült, szabályos henger alakú; hasznos hosszúsága <math>(50 \pm 1)</math> mm és átmérője <math>(10 \pm 0,05)</math> mm. A mozgó részek össztömege <math>(300 \pm 1)</math> g. A mozgó részek függőleges irányban érdemleges súrlódás nélkül elmozdulhatnak. Tengelyük egybe esik a merülőrúd tengelyével.</p>	<p>Legalább <math>500 \text{ cm}^3</math> térfogatú, korrozioálló anyagból készített tál</p>
<p>A <b>Vicat-gyűrű</b>, amelybe a vizsgálandó cementpépet kell helyezni, keménygumiból (esetleg fémből vagy műanyagból) készül. A Vicat-gyűrű kúpos kiképzésű, magassága <math>(40 \pm 0,2)</math> mm, belső átmérője felöl <math>(70 \pm 5)</math> mm, alul <math>(80 \pm 5)</math> mm. A gyűrű legyen megfelelően merev.</p>	<p><u>250 mm hosszúságú, mm beosztású vonalzó</u></p>
	<p>Polírozott belső felületű, rozsdamentes fémből készült, 50 mm belső átmérőjű, 100 mm magas <b>henger</b></p>
<p>A Vicat-készüléket a hozzá tartozó merülőrúddal a vizsgálat előtt <b>be kell állítani</b>; ehhez a merülőrúdat le</p>	<p><b>Stopperóra</b></p> <div style="text-align: right;">  </div>

A Vicat-készülék a hozzá tartozó merülőrúddal a vizsgálat előtt <b>be kell állítani</b> ; ehhez a merülőrudat le kell engedni az alahelyezett üveglapig, és a mutatót a skála nullpontjára kell állítani.	
<b>Mérőhenger vagy büretta</b> , a mért térfogatra vonatkoztatott <b>1 % pontossággal</b> .	
Legalább <b>2,5 mm</b> vastag és a gyűrű átmérőjénél nagyobb méretű <b>üveglap</b>	<b>240 mm-nél nagyobb átmérőjű üveglap</b>

□

<p><b>Keverőgép</b>, az EN 196-1:1987 szabvány 4.4. fejezete szerint.</p> <p>Kézi keverést csak akkor szabad alkalmazni, ha az bizonyíthatóan a gépi keveréssel megegyező vizsgálati eredményre vezet.</p>	<p>Hárommal több huzalhurokkal rendelkező <b>kézi keverő</b></p>
<b>Mérleg</b> , <b>1 g</b> mérési pontossággal.	<b>Mérleg</b> , <b>1 g</b> mérési pontossággal.
<b>Vizsgálati minta</b>	
<p>A vizsgálati minta mérésenként <b>500 g tömegű cement</b>, amelyet <b>1 g</b> pontossággal kell lemérni.</p> <p>A próbatestek előállítására desztillált vagy ionmentesített, illetve ezekkel azonos hatású <b>víz</b> <b>Kausay</b> kell használni.</p>	<p>A vizsgálati minta <b>300-350 g tömegű gipsz</b></p> <div data-bbox="1592 1362 1960 1465"> <p>Teljes képernyő </p> <p>Teljes képernyő bezárása </p> </div>



## Vizsgálati eljárás

### A cementpép elkészítése

Le kell mérni 500 g cementet 1 g pontossággal. Meghatározott mennyiségű vizet - például 125 g-ot - kell a keverőtálba bemérni a mérőhengerből vagy a bürettából. A cementmennyiséget gondosan kell a vízhez hozzáadagolni, hogy a víz vagy a cement veszteségét elkerüljük. A cement hozzáadásának időtartama legkevesebb 5 másodperc lehet, de a 10 másodpercet nem lépheti túl. A további időmérésekhez a cementhozzáadás befejezésének időpontját kell nulla-időpontnak tekinteni. Ezután a keverőgépet kis sebességfokozattal 90 másodperc időtartamra üzembe kell helyezni.

A 90 másodperc eltelte után a keverőgépet 15 másodpercre meg kell állítani. Ez idő alatt a keverőzónán kívül a keverőedény falára tapadt cementpépet egy erre a célra alkalmas lapátkával el kell távolítani, és vissza kell helyezni a keverékbe. Ezt követően a keverőt további 90 másodperc időtartamig kis sebességfokozattal üzemeltetni kell. A teljes keverési időtartam három perc.

### A gyűrű megtöltése

Az előzőleg vékonyan bezsírozott üveg-lapra állított  
Kausay  
Vicat-gyűrűt a megkevert cementpéppel, felesleges

### A gipszpép elkészítése

Az előzőleg szövettel kitörölt tiszta tálba először a gipsz kötőanyag tulajdonságaitól függő mennyiségű vizet kell betölteni. Ezután a vízbe 2-3 másodperc alatt 300-350 g gipsz kötőanyagot kell szórni. Az anyagot a gipsz vízbe szórásának kezdő időpontjától számított 30 másodpercig a kézi keverővel kell átkeverni.

### A henger megtöltése

A keverés befejezése után az előzetesen szövettel letörölt üveglap közepére helyezett tiszta hengert gipszpéppel meg kell tölteni, a felesleges mennyiséget vonalzóval le kell húzni.

### Szétterülés vizsgálat

A gipsz kötőanyag vízbe szórásának kezdetétől számított 45 másodperc vagy a keverés befejezésétől számított 15 másodperc után a hengert nagyon gyorsan, függőlegesen 150-200 mm magasra kell emelni, majd oldalirányban eltávolítani.

Teljes képernyő

Teljes képernyő bezárása

## A gyűrű megtöltése

Az előzőleg vékonyan bezsírozott üveg-lapra állított Vicat-gyűrűt a megkevert cementpéppel, felesleges tömörítés vagy rázás nélkül, azonnal túlesordulásig kell tölteni. A felesleges cementpépet egy erre alkalmas egyenes élű eszközzel óvatos ide-oda mozgatással úgy kell a gyűrű felső felületéről lesimítani, hogy a gyűrűben levő cementpép sima felületű legyen.

## Behatolási vizsgálat

A Vicat-gyűrűt az üveglappal együtt a cementpép lesimítása után azonnal a Vicat-készülék merülőrúdja alá, középre kell helyezni. Ezt követően a merülőrúdat addig kell óvatosan leeresztetni, míg a cementpép felületével érintkezésbe kerül. A rúdnak ebben a helyzetben kell 1-2 másodpercig maradnia a besüllyedésnél fellépő gyorsulásának vagy a mozgó alkatrészek jelentősebb gyorsulásának elkerülésére. Ezután a mozgó részeket hirtelen el kell engedni úgy, hogy a merülőrúd függőlegesen a cementpép közepébe süllyedjen. A behatolási vizsgálatot a cement keverőbe adagolásának befejezése (nulla idő) után 4 perccel kell elvégezni. A besüllyedési mélységet (a merülőrúd alsó vége és az üveglap közötti távolság) akkor kell a skálán leolvasni, amikor a merülőrúd már nem süllyed tovább a

eltávolítani.



<p><u>mélysége</u> (a <u>merülőrúd</u> alsó vége és az <u>üveglap</u> közötti távolság) akkor kell a skálán leolvasni, amikor a <u>merülőrúd</u> már nem süllyed tovább a cementpépben, legkésőbb azonban 30 másodperc elteltével.</p> <p>A <u>merülőrúd</u>at minden mérés után azonnal meg kell tisztítani.</p>	
<p align="center"><b>Vizsgálati eredmény</b></p>	
<p>A vizsgálati eredmény a <u>merülőrúd</u> besüllyedési mélysége, valamint a cementpép víztartalmának a cement tömegére vonatkoztatott százalékos értéke.</p> <p>A cementpép akkor szabványos folyósságú, ha a besüllyedési mélység (a rúd vége az üveglap felett) <math>(6 \pm 1)</math> mm.</p>	<p>A szétfolyt gipsz-lepény átmérőjét közvetlenül a henger felemelése után vonalzóval két egymásra merőleges irányban 5 mm-re pontosan le kell mérni, és a két mérés számtani középértékét ki kell számítani.</p> <p>A gipszpép akkor szabványos folyósságú, ha a szétterülő gipszpép-lepény átméroje <math>(180 \pm 5)</math> mm.</p>
<p align="center"><b>Ismétlések száma</b></p>	
<p>A <u>méréseket</u> különböző vízmennyiségeket tartalmazó cementpépekkel mindaddig kell ismételni, amíg a <u>merülőrúd</u> és az <u>üveglap</u> közötti távolság <math>(6 \pm 1)</math> mm lesz.</p>	<p>Ha az átmérő <math>(180 \pm 5)</math> mm-nel kisebb, vagy nagyobb, akkor a vizsgálatot megváltoztatott tömegű vízzel meg kell ismételni mindaddig, amíg a pép szabványos folyósságú lesz.</p>
<p align="center"><b>Mértékadó vizsgálati eredmény</b></p>	
<p>A szabványos folyósságú cementpép víztartalmának 0,5%-ra kerekített értéke a mértékadó vizsgálati eredmény.</p>	<p>A szabványos folyósság eléréséhez szükséges víz tömegét a gipsz tömegéhez viszonyítva, tömeg%-ban kell megadni. Ez a mértékadó vizsgálati eredmény.</p>

Kausay

Teljes képernyő

Teljes képernyő bezárása

## Kötőanyagpékek kötési idejének vizsgálata

<p style="text-align: center;"><b>MSZ EN 196-3:1990</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Cementvizsgálati módszerek.</b></p> <p style="text-align: center;"><b>3. rész: A kötési idő és a térfogatállandóság meghatározása</b></p> <p style="text-align: center;"><b>6. fejezet: A kötési idő meghatározása</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>MSZ 57:1977</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Gipsz kötőanyagok</b></p> <p style="text-align: center;"><b>3.4.4.-3.4.6. fejezetek: A kötési idő meghatározása</b></p>
<p><b>Vizsgálóeszközök</b></p>	
<p>E szabvány szerinti Vicat-féle tűs készüléknek a szabványos folyósság vizsgálatához használt merülőrudját a <i>kötés kezdetének</i> meghatározására egy <math>(50 \pm 1)</math> mm hasznos hosszúságú, <math>(1,13 \pm 0,05)</math> mm átmérőjű henger alakú <i>acéltűre</i> kell kicserélni. (Az acéltű keresztmetszeti területe <math>1,0 \text{ mm}^2</math>.)</p> <p>A <i>kötés végének</i> meghatározására szolgáló, az előzővel azonos méretű tűt <i>gyűrű alakú feltét</i>tel kell ellátni.</p> <p>A mozgó részek össztömege mindig <math>(300 \pm 1)</math> g, ami tömeg-kiegyenlítő feltét alkalmazásával biztosítható. A mozgó részek függőleges irányban érdemleges súrlódás nélkül elmozdulhatnak. Tengelyük egybe esik a tű tengelyével.</p>	<p>Az MSZ EN 196-3:1990 cement vizsgálati szabvány szerinti Vicat-féle tűs készülék, a hozzá tartozó acéltűvel és Vicat-gyűrűvel.</p> <p>A Vicat-készüléket a hozzá tartozó tűvel a vizsgálat előtt <b>be kell állítani</b>; ehhez a tűt le kell engedni az aláhelyezett polírozott alátétlapig, és a mutatót a skála nullpontjára kell állítani.</p>



<p>A Vicat-készüléket a hozzá tartozó tűkkel a vizsgálat előtt <b>be kell állítani</b>; ehhez a tűket le kell engedni az alájuk helyezett üveglapig, és a mutatót a skála nullpontjára kell állítani.</p> <p><b>Automatikus működésű Vicat készülék</b> a kötési idő meghatározásához akkor használható, ha a kézi vizsgálóeszközzel és eljárással azonos eredményt ad.</p>	
<p><b>Mérőhenger vagy büretta</b>, a mért térfogatra vonatkoztatott 1 % pontossággal.</p>	<p><b>Vonalzó</b></p>
<p>Legalább 2,5 mm vastag és a gyűrű átmérőjénél nagyobb méretű <b>üveglap</b></p>	<p>Legalább 100*100 mm méretű, korrózióálló, <b>polírozott alátétlap</b></p>
<p><b>Keverőgép</b>, az EN 196-1:1987 szabvány 4.4. fejezete szerint.</p> <p>Kézi keverést csak akkor szabad alkalmazni, ha az bizonyíthatóan a gépi keveréssel megegyező vizsgálati eredményre vezet.</p>	<p>Háromnál több huzalhurokkal rendelkező <b>kézi keverő</b></p>
<p><b>Mérleg</b>, 1 g mérési pontossággal.</p>	<p><b>Mérleg</b>, 1 g mérési pontossággal.</p>
<p><b>Vizsgálati minta</b></p>	
<p>A vizsgálati minta mérésenként 500 g tömegű <b>cement</b>, (amelyet 1 g pontossággal kell lemérni,) és a szabványos folyósságú cementpépet eredményező <b>víz keveréke</b>.</p>	<p>A vizsgálati minta 300-350 g tömegű <b>gipsz</b> és a szabványos folyósságú gipszpépet eredményező <b>víz keveréke</b>.</p>

A próbatestek előállítására desztillált vagy ionmentesített, illetve ezekkel azonos hatású vizet kell használni.

## Vizsgálati eljárás

### A cementpép elkészítése

A cementpép összetétele a szabványos folyósságú cementpép összetételével azonos. A szabványos folyósságú cementpépet a szabványos folyósság vizsgálatánál leírt módon kell megkeverni. A kötési idő méréséhez a cementhozzáadás befejezésének időpontját kell nulla-időpontnak tekinteni.

### A gyűrű megtöltése és tárolása

Az üveglapra helyezett Vicat-gyűrűt a megkevert szabványos folyósságú cementpéppel ugyan olyan módon kell megtölteni, mint a szabványos folyósság vizsgálatánál kellett.

Az üveglapra helyezett és megtöltött Vicat-gyűrűt ezt követően, a behatolási vizsgálat kezdetéig  $(20 \pm 1) ^\circ\text{C}$  hőmérsékletű és legalább 90% relatív légnedvességtartalmú helyiségben vagy nedves kamrában kell tárolni.

Kausay

### A gipszpép elkészítése

A szabványos folyósságú gipszpépet a szabványos folyósság meghatározásához alkalmazott gipszpép elkészítésével azonos módon kell elkészíteni.

### A gyűrű megtöltése

Az előzetesen letörölt és ásványolajjal bekent kúpos gyűrűt a polírozott lapra kell helyezni, majd szabványos folyósságú gipszpéppel meg kell tölteni. A pépben maradt levegő eltávolítására a kúpos gyűrű alatt lévő alátétlap egyik oldalát 4-5-ször körülbelül 10 mm magasra kell emelni, majd visszajejteni. Ez után a pép fölösleget vonalzóval le kell húzni és a megtöltött gyűrűt az alátétlappal együtt a Vicat-készülék alaplappjára kell helyezni.

### Behatolási vizsgálat

Teljes képernyő

Teljes képernyő bezárása

tárolni.

## Behatolási vizsgálat

### A kötés kezdetének meghatározása

A megtöltött Vicat-gyűrűt az üveglappal együtt bizonyos idő elteltével a Vicat-készülék tűje alá kell helyezni. Ezt követően a tűt addig kell óvatosan leereszteni, míg a cementpép felületével érintkezésbe kerül. A tűnek ebben a helyzetben kell 1-2 másodpercig maradnia a besüllyedésnél fellépő gyorsulásának vagy a mozgó alkatrészek jelentősebb gyorsulásának elkerülésére. Ezután a mozgó részeket hirtelen el kell engedni úgy, hogy a tű függőlegesen a cementpépbe süllyedhessen.

A *besüllyedési mélységet* (a tű alsó vége és az üveglap közötti távolság) akkor kell a skálán leolvasni, amikor a tű már nem süllyed tovább a cementpépben, legkésőbb azonban 30 másodperc elteltével.

A tűt minden mérés után azonnal meg kell tisztítani.

### A kötés végének meghatározása

A megtöltött, a kötés kezdetének meghatározására használt Vicat gyűrűt az üveglapon meg kell

## Behatolási vizsgálat

A vizsgálatához a készülék tűvel ellátott mozgatható fémrúdját úgy kell beállítani, hogy a tű vége érintkezzék a gipszpép felületével.

Ezután, kerek perc kezdetekor, a tűt elengedve, azt bele kell ereszteni a gyűrűben lévő gipszpépbe.

A *besüllyedési mélységet* (a tű alsó vége és a polírozott alátétlap közötti távolság) a skálán le kell olvasni.

A tűt minden mérés után azonnal meg kell tisztítani.

Teljes képernyő

Teljes képernyő bezárása



### A kötés végének meghatározása

A megtöltött, a kötés kezdetének meghatározására használt *Vicat-gyűrűt az üveglapon meg kell fordítani* úgy, hogy a kötés végét meghatározó mérést az eredetileg az üveglappal érintkező oldalon lehessen elvégezni. A kötés kezdetének méréséhez használt tűt a leolvasási pontosság fokozása érdekében gyűrű alakú feltéttel kell ellátni. A behatolás mérést ugyanúgy kell végezni, mint a kötés kezdetének meghatározásához kellett.

### Vizsgálati eredmény

A vizsgálati eredmény a tű behatolási mélysége (a tű végének távolsága az üveglap felett), valamint az az időtartam, amely a keverőbe történt cementadagolás befejezése (nulla-idő) óta a behatolás méréséig eltelt.

A vizsgálati eredmény a tű behatolási mélysége (a tű végének távolsága a polírozott alátétlap felett), valamint az az időtartam, amely a gipsz vízbe való betöltésének kezdete (nulla-idő) óta a behatolás méréséig eltelt.

### Ismétlések száma

A behatolás mérést ugyanazon a cementpépminután, megfelelően megválasztott időközökben, a *kötés kezdetének* meghatározása során például 5 vagy 10 percenként, legalább 10 mm távolságban a gyűrű szélétől és a korábbi beszűrési helyektől, kell megismételni.

Kausay

A tű beeresztését 30 másodpercenként meg kell ismételni. A tűt minden beeresztés után gondosan le kell törölni, majd az alátétlapot a formával együtt úgy kell elmozdítani, hogy az újabb vizsgálat a pépfelület másik részén történjék.

Teljes képernyő

A *kötés végének* meghatározásakor az egyes, ismételt behatolási mérések közötti időtartamokat például 30 percre meg lehet hosszabbítani.

Az egyes behatolási mérések között a megtöltött Vicat-gyűrűket az előírtaknak megfelelő vizsgáló helyiségben vagy nedves kamrában kell tárolni.

A vizsgálat szükséges pontosságának elérése érdekében az egyes behatolási mérések időközzeit a cementpép kötéskezdetének és kötésvégeinek közelében le kell rövidíteni.

#### Mértékadó vizsgálati eredmény

A cementkötés (kötési idő) *kezdeté* az az 5 perc pontossággal megadott időtartam, amely a cement keverőbe töltésének befejezésétől (nulla idő) addig az időpontig telik el, amikor a tű és az üveglap közötti távolság  $4 \pm 1$  mm és az egymást követő mérési eredmények már nem térnek el egymástól jelentős mértékben.

A cementkötés (kötési idő) *vége* az a 15 perc pontossággal megadott időtartam, amely a cement keverőbe töltésének befejezésétől (nulla-idő) addig az időpontig telik el, amikor a gyűrű alakú feltettell ellátott tű már csak legfeljebb 0,5 mm-re süllyed be a megszilárdult cementpépbe. (A tű és az üveglap közötti távolság legalább 39,5 mm.) A kötés végének időnontját akkor értjük el, amikor a tű gyűrű alakú

A gipsz kötési idejének *kezdeté* az az időtartam, amely a gipsz vízbe való öntésének kezdetétől addig tart, ameddig a beeresztett tű első ízben **nem süllyed le** az alátétlapig.

A gipsz kötési idejének *vége* a gipsz vízbe való öntésének kezdetétől számított azon időtartam, amikor a tű legfeljebb 1 mm mélységig hatol be a megszilárdult gipszpépbe.

A kötés kezdetét és végét percekben kell megadni.

közötti távolság legalább 39,5 mm.) A kötés végének időpontját akkor értük el, amikor a tű gyűrű alakú feltétje a próbatest felületén már nem hagy nyomot.

### Követelmény a termékekre

#### Cement, MSZ EN 197-1:2000

##### A kötési idő kezdete

- 32,5 szilárdsági osztály esetén legalább 75 perc;
- 42,5 szilárdsági osztály esetén legalább 60 perc;
- 52,5 szilárdsági osztály esetén legalább 45 perc.

A kötési idő vége nincs szabályozva.

1997-ig volt érvényben az MSZ 4702-2:1981 szabvány, amely szerint a 42,5 R és 52,5 osztálynak megfelelő portlandcementek kötéskezdetének 45 percen túl, kötésvégeinek 8 órán belül, az egyéb portlandcementek kötéskezdetének 1 órán túl, kötésvégeinek 10 órán belül kellett lennie. Az MSZ 4702-4:1982 szerinti szulfátálló portlandcementek esetén a követelmény a kötés kezdetére legalább 1 óra, a kötés végére legfeljebb 12 óra volt.

Kausay

#### Gipsz kötőanyagok, MSZ 57:1977

##### A kötési idő kezdete

- A jelű, gyorsan kötő gipsz esetén legalább 2 perc;
- B jelű, közepesen kötő gipsz esetén legalább 6 perc;
- C jelű, lassan kötő gipsz esetén legalább 20 perc.

##### A kötési idő vége

- A jelű, gyorsan kötő gipsz esetén legkésőbb 15 perc;
- B jelű, közepesen kötő gipsz esetén legkésőbb 30 perc;
- C jelű, lassan kötő gipsz esetén nincs szabályozva.



Kézi Vicat készülék,  
merülőrúddal  
felszerelve,  
a cementpép  
szabványos  
folyósságának  
meghatározásához



Kausay

Az 1960-as évek elején  
beszerzett,  
Amsler gyártmányú  
Vicat-automata,  
a cement  
kötési idejének  
vizsgálatára.



Az Amsler gyártmányú  
Vicat-automata viaszos papírra karcolt,  
cement kötési idő diagramja,  
5 percenkénti leszúrással,  
1975. decemberéből.



Franciaországban a Dorgne folyó feletti hidat **Louis-Joseph Vicat** 1812-1822 (?) között építette. Vicat találta fel a mesterséges hidraulikus meszet, és újra felfedezte a "római cementet", amelyet ennek a hídnak az építésénél alkalmazott először.

## A CEN-referenciahomok szemcseméreteloszlása

3. táblázat

Négyzetes lyukméret mm	Halmazott szitamaradék %
2,00	0
1,60	$7 \pm 5$
1,00	$33 \pm 5$
0,50	$67 \pm 5$
0,16	$87 \pm 5$
0,08	$99 \pm 1$

MSZ EN 196-1:1996

Próbatest készítés a cement szilárdságvizsgálatához

## 6. A habarcs készítése

### 6.1. A habarcs összetétele

A tömegarányok a következők legyenek: egy rész cement (5.2. szakasz), három rész szabványhomok (5.1.szakasz) és fél rész víz (5.3.szakasz) (víz/cement tényező = 0,5).

Három próbatest készítéséhez  $450 \pm 2$  g cement,  $1350 \pm 5$  g homok és  $225 \pm 1$  g víz szükséges.

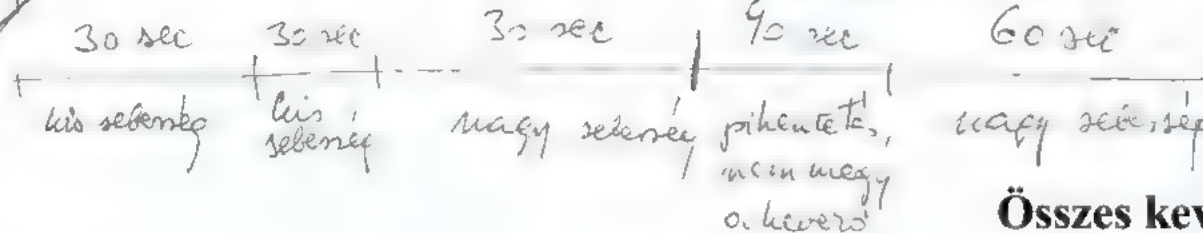
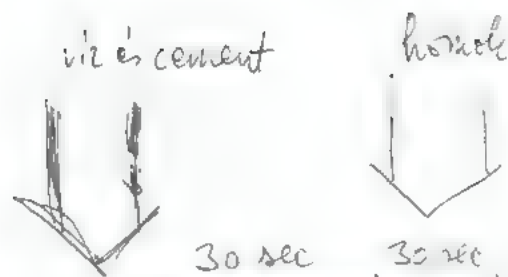
Kausay



25

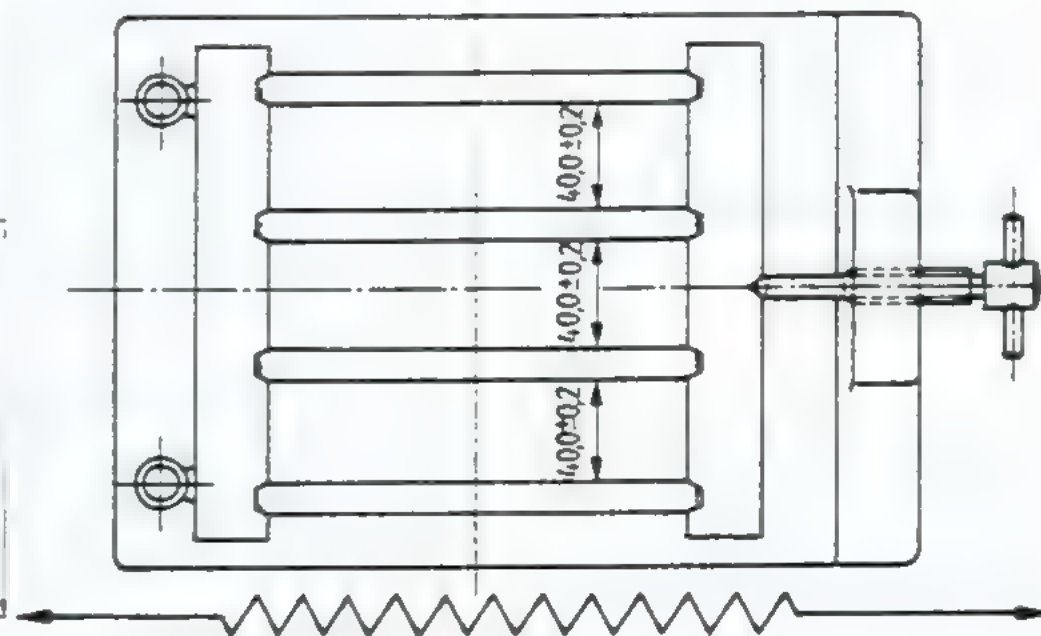
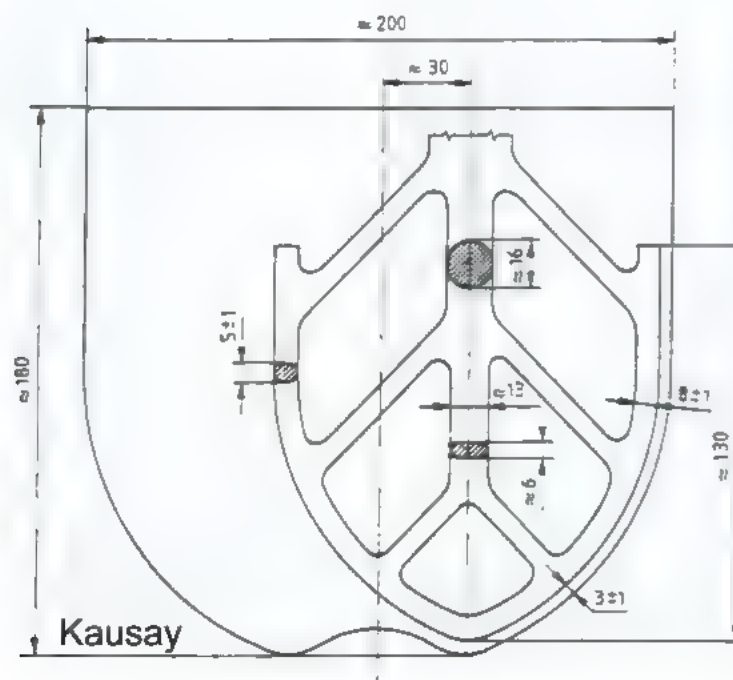


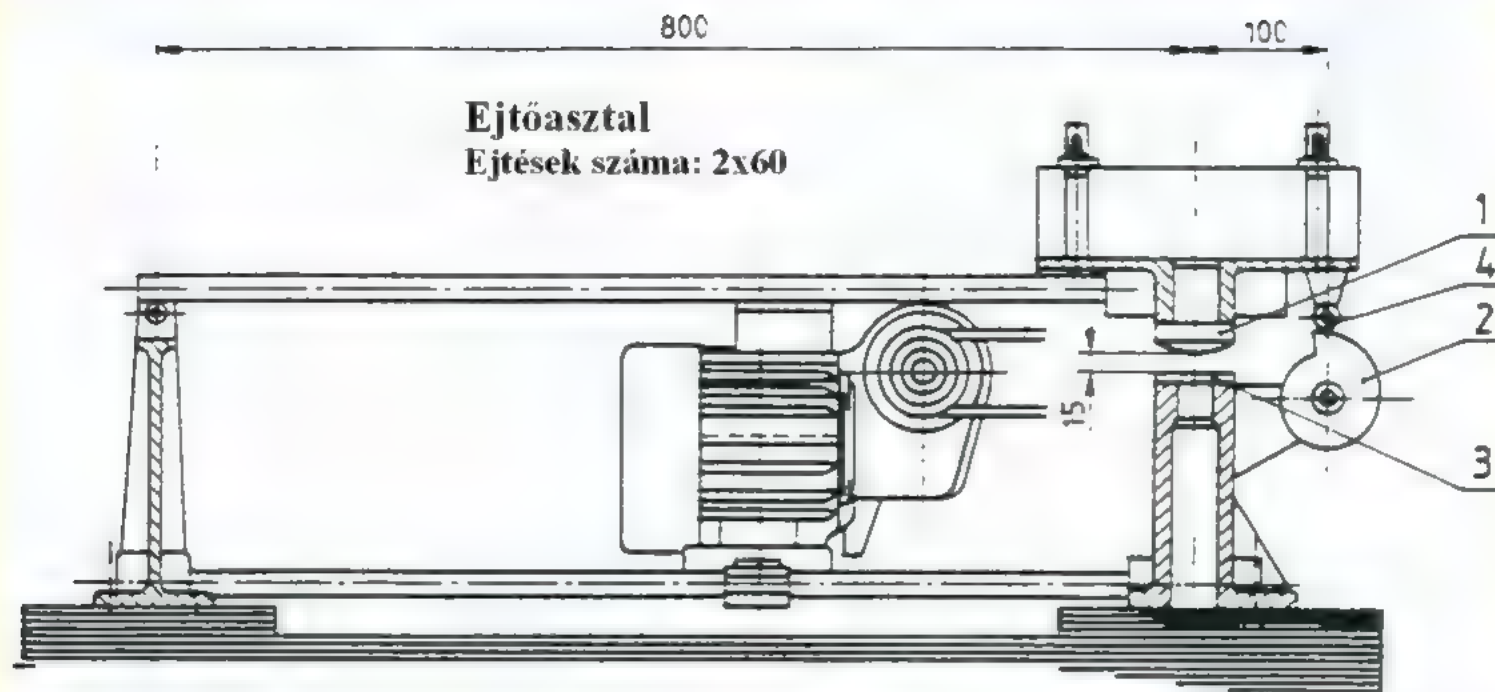
A cement habarcs keverése mérőeszköz  
vizsgálati próbahabarátkészítéséhez



→ eltarthatóság a  
felkészített habarcsot  
és az edénybe töltés

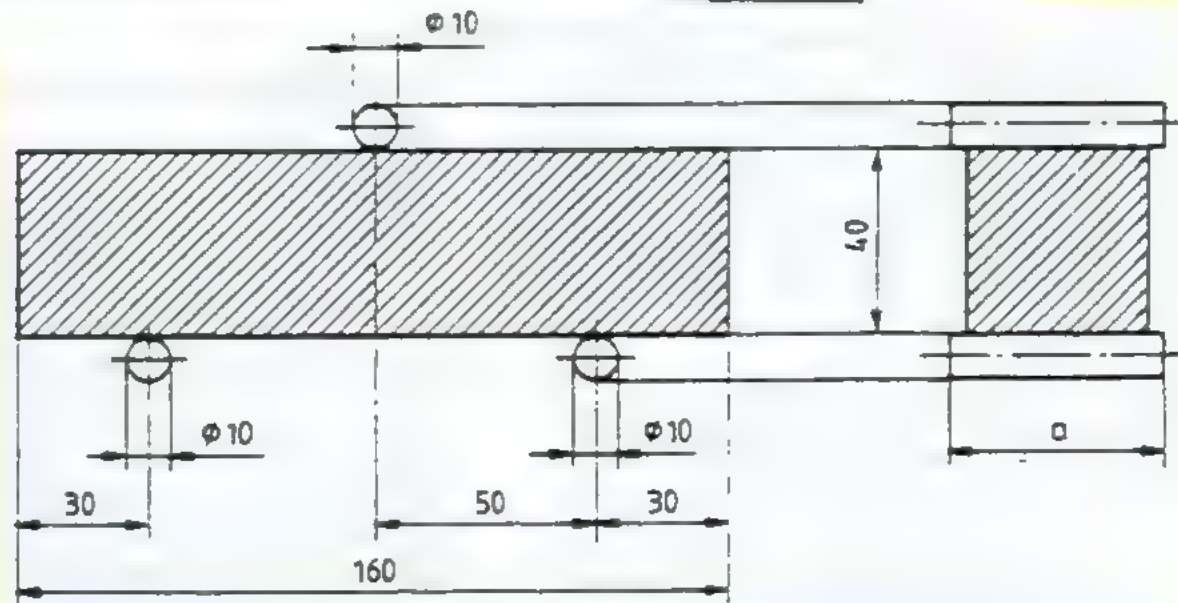
**Összes keverési idő 240 sec = 4 perc**

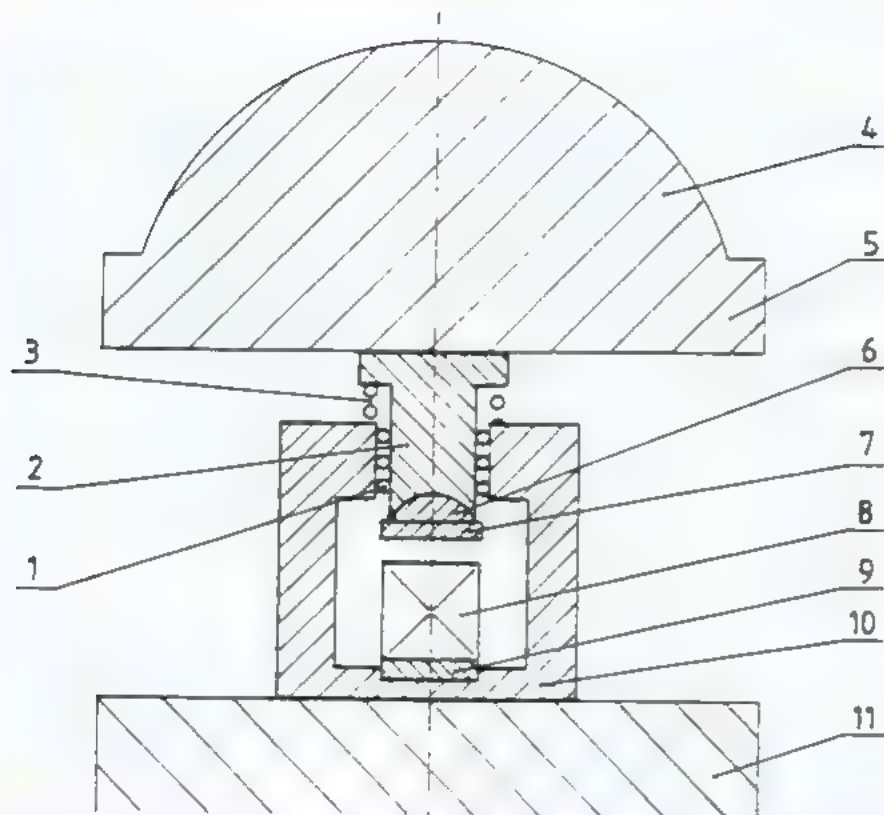




## Cementhasáb hajlítóvizsgálata

Kausay





## Nyomószilárdság vizsgáló betét cement félhasábhoz MSZ EN 196-1:1996

- |   |                                         |    |                               |
|---|-----------------------------------------|----|-------------------------------|
| 1 | golyócsapágó                            | 7  | a betét felső nyomólapja      |
| 2 | mozgóresz                               | 8  | próbatest                     |
| 3 | visszaállító rugó                       | 9  | alsó nyomólap                 |
| 4 | a vizsgálógép gömbcsuklós alátámasztása | 10 | a betét alsó nyomólapja       |
| 5 | a vizsgálógép felső nyomólapja          | 11 | a vizsgálógép alsó nyomólapja |
| 6 | a betét gömbcsuklós alátámasztása       |    |                               |



## Cementgyártás

A cementet **mész**kő és **agyag** hozzávetőlegesen 2:1 arányú keverékéből, esetleg az ezeket hordozó **márga** felhasználásával gyártják. Az agyagot a **meg**tört mészkőhöz és márgához adagolják.

Ezt a kiindulási, nyers keveréket kiszárítják és **malomban megőrlik**. Így kapják a **száraz nyerslisztet**, amelyhez szükség szerint összetételt korrigáló anyagokat (pl. piritpörk, homok) adnak.

(A piritpörk:  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{FeS}$ , vaskorrekciós-komponensként felhasznált ipari melléktermék. Vastartalma 55-60%.)

A jól összekevert, korrigált összetételű nyersliszt silóba kerül. Az őrlés során keletkező poros levegőt elszívják és **elektrofilterben** portalanítják.

Ezt a módszert, amelynek alkalmazása során a **nyers keveréket szárazon őrlik nyerslisztetté**, és a nyersliszt por alakban kerül a **hőcserélőbe**, majd a **forgókemencébe**, **száraz eljárásnak** nevezik. A korszerű cementgyárak száraz eljárással működnek.

Az ún. **nedves eljárásnál** a **nyers keveréket vízzel összekeverik**, **nedvesen őrlik**, és az így keletkező **nyersiszapot** – amely általában 30-40% vizet tartalmaz – **közvetlenül adják fel a forgókemencére**. Magyarországon utolsóként a 2013-ban bezárt és lebontott Lábatlani Cementgyár dolgozott nedves eljárással.

Közbevetőleg meg kell jegyezni, cementgyártási sajátosság, hogy a korszerű, **száraz eljárással** gyártott cementek alkáli-fém tartalma nagyobb, mint a **nedves eljárással** gyártott cementeké volt. Ennek az **adalékanyagok alkálifém-oxid reakciója** (egyszerűbben **alkáli reakciója**) kialakulásának kockázata miatt van jelentősége, amelynek esélye a cementgyártási technológiaváltás folytán az utóbbi időben megnőtt.

A továbbiakban csak a **száraz eljárással** történő cementgyártás folyamatát tárgyaljuk.



Az égetésre előkészített nyerslisztet a silóból **800-900 °C** hőmérsékletű **hőcserélőbe** vezetik, ahol  $\text{CO}_2$  tartalmát elveszti, gyakorlatilag **kiég**.

Ez a **kiégetett nyersliszt forgókemencébe** kerül, amelyben forgómozgással, enyhén ferde pályán lassan halad a tűz irányába, és tovább hevül. Mintegy **1200 °C** (szinterelési = zsugorítási) hőmérsékleten az anyag **zsugorodik** és képlékeny, **folyós konzisztenciájúvá válik**. A lejtős pályán a forgás hatására az anyag golyókká áll össze, **granulálódik**.

A **klinkergranulátumot 1450 °C** hőmérséklet elérése után vezetik ki a forgó-kemencéből, gyorsan lehűtik, majd klinkertárolóba helyezik. A klinker – a cementtel ellentétben – hosszabb ideig tárolható károsodás nélkül.



**A forgókemence égéstermékeit megtisztítják, majd a hőcserélőhöz visszavezetik.**

**A lehűlt klinkert kismennyiségű gipsszel vagy ún. REA-gipsszel és olykor nagymennyiségű kiegészítőanyaggal, mint például kohósalakkal, pernyével, mészkőliszttel együtt golyós- vagy görgősmalomban megőrlik. A gipsszel (vagy REA-gipsszel) a cement kötésejét állítják be.**

**A kiegészítőanyagok a klinkerrel együtt a cement főalkotórészei, a gipsz melléalkotórésze. Az őrlést segítő anyagok és az őrlésfinomság a cement tulajdonságainak kialakításában játszanak, ill. játszik szerepet.**

**Duna-Dráva Cement Kft.**

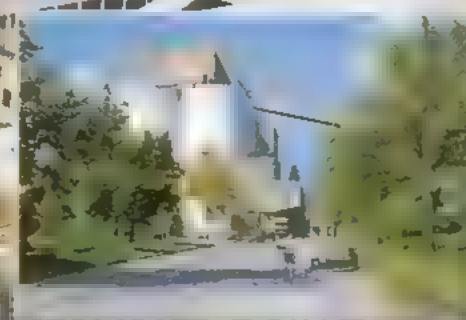
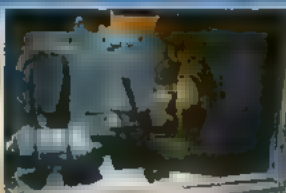
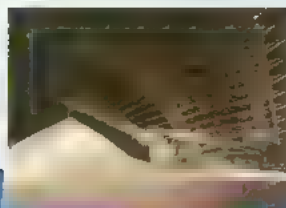
**VÁCI GYÁR**

Telefon 27 511 600 fax 27 511 760

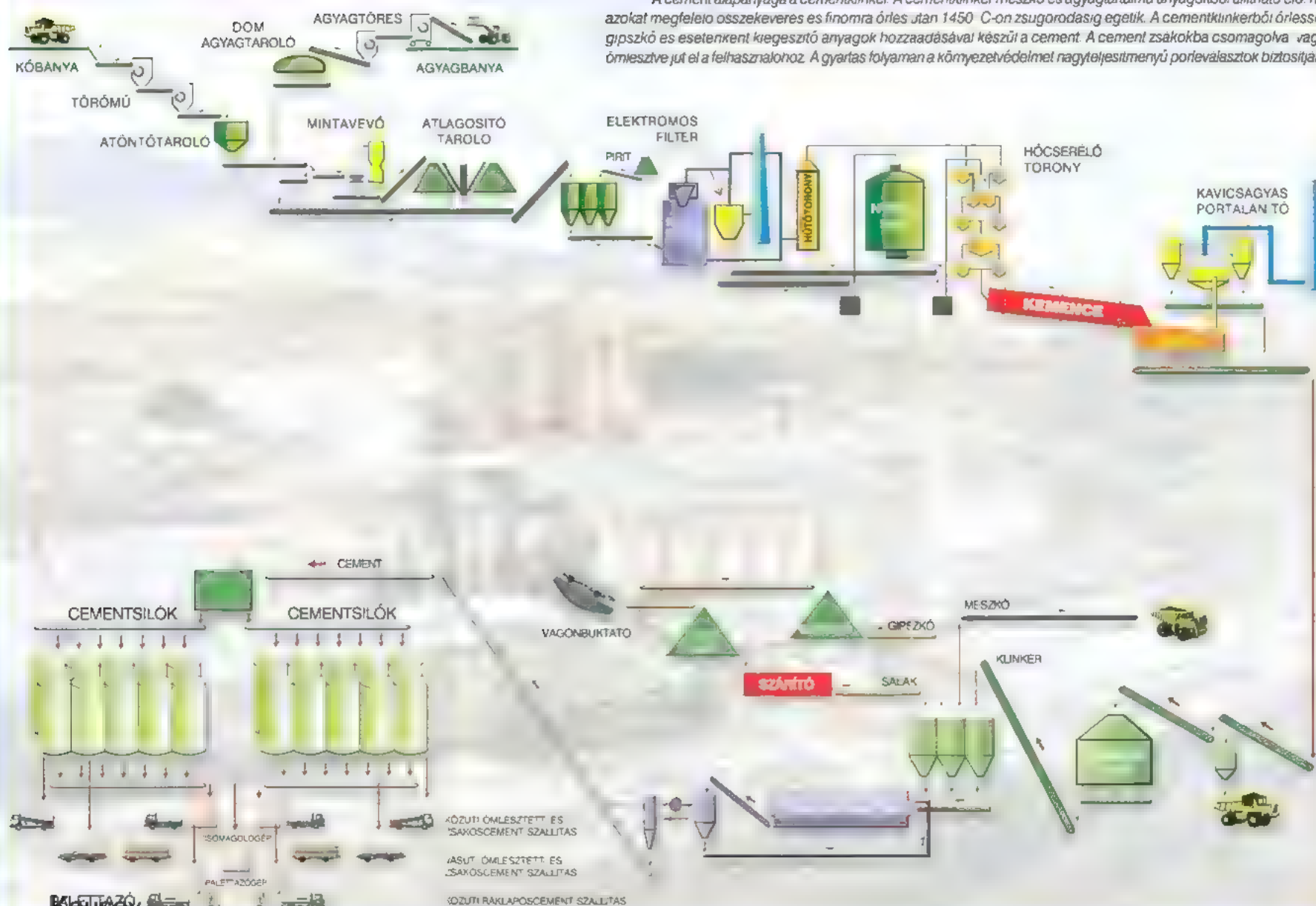


**DUNA-DRÁVA  
CEMENT**

## **A CEMENT GYÁRTÁSA A VÁCI GYÁRBAN**



Kausay



A cement alapanyaga a cementklinker. A cementklinker meszkő és agyagtartalmu anyagokból állítható elő, ha azokat megfelelő összekeverés és finomra őrlés után 1450 °C-on zsugorodásig égetik. A cementklinkerből őrlessel gipszkő és esetenként kiegészítő anyagok hozzáadásával készíti a cement. A cement zsakokba csomagolva vagy ömlesztve jut el a felhasználóhoz. A gyártás folyamán a környezetvédelmet nagyteljesítményű porleválasztók biztosítják.

## Klinkerásványok

A cement tulajdonságainak legfőbb hordozói a klinkerásványok, amelyek közül a legfontosabbak a következők:

*Alit*, **trikalcium-szilikát** ( $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ , röviden:  $\text{C}_3\text{S}$ ).  
A cement 37-60 tömeg%-át teszi ki.  
A nagy kezdőszilárdságot adja.

*Belit*, a **dikalcium-szilikát** négyféle módosulata közül a legfontosabb,  $\beta$ -módosulat ( $\beta\text{-}2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ , röviden:  $\beta\text{-}\text{C}_2\text{S}$ ). Mennyisége a cementben 15-37 tömeg%. Kezdeti szilárdulása lassú, utószilárdulása nagy, hőfejlesztése kicsi.



**Felit, trikalcium-aluminát** ( $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ , röviden:  $\text{C}_3\text{A}$ ). Mennyisége a cementben: 7-15 tömeg%. Kezdeti szilárdulása gyors, hőfejlesztése nagy, zsugorodásra hajlamos. Ha hiányzik vagy kicsi a mennyisége a cementben, akkor a cement szulfátálló. Ellenkező esetben a cement kevésbé szulfátálló, mint a portlandcementek általában.

**Celit, tetraalkcium-aluminát-ferrit**

( $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ , röviden:  $\text{C}_4\text{AF}$ ). mennyisége a cementben 10-18 tömeg%. Szilárdsága igen kicsi, lassan köt. Ennek a klinkerásványnak a mennyiségét növelve a cement szulfátállósága javul.

**A négy klinkerásvány együttesen a cement 90-98 tömeg%-át teszi ki. A maradék 2-10 tömeg% szabad magnéziumoxidból, kalciumszulfátból (gipszből) és kalciumoxidból áll.**

**A cementet vízzel keverve a vízmentes klinkerásványok felhasadnak, és a vizet (a víz egy részét) hidroxilgyök alakjában megkötik. Ez a folyamat a **hidratáció**, amely kezdetben általában gyorsabb, majd lassul, de évekig tartó folyamat.**

**A cementkővé szilárduló cementpép (cement + víz) eleinte duzzad, majd később – ami jellemző – **zsugorodik**. A zsugorodás mértéke a beton gondos **utókezelésével** csökkenthető.**

## Cement

### 1. rész: Az általános felhasználású cementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei

Az MSZ EN 197-1 2000. december 1-jén közzétett angol nyelvű változatának .....-jén megjelent magyar nyelvű változata.

**BEREMENDI GYÁR**

**KOMPOZITPORTLANDCEMENT**

**MSZ 4702-2**

**CEM II/A-M 42,5**

**(Megfelel a 450 ppc 20-nak) • ETK 71555 1495**

**50 kg**

## Mit jelent a név?

A megnevezésben a „**CEM**” a cementre utal.

**A római szám jelzi a fő cement fajtákat I-V**

**A, B, C** – kiegészítő anyag mennyisége

**CEM II „A” 6-20%; CEM III „A” 36-65%**

**CEM II „B” 21-35%; CEM III „B” 66-80%**

**S, V, L, M ...** – kiegészítő anyag fajták, illetve keveréke

„**S**” granulált kohósalak

„**V**” pernye

„**L**” mészkőliszt

„**M**” kompozit (V+ L)

**32,5, 42,5, 52,5** – 28 napos nyomószilárdság (MPa)

„**N**” normál kezdőszilárdság

„**R**” nagy kezdőszilárdság

„**MS**” mérsékelten szulfátálló

„**S**” szulfátálló



## **PÉLDÁK AZ MSZ EN 197-1:2011 SZERINT A CEMENTEK JELÖLÉSÉRE**

**CEM I 52,5 N portlandcement** **N = normál kötésű**

**CEM I 42,5 N portlandcement** **R = gyors kötésű**

**CEM I 32,5 RS 0 szulfátálló portlandcement**

**(C<sub>3</sub>A tartalma 0%)**

**CEM I 32,5 RS 3 szulfátálló portlandcement**

**(C<sub>3</sub>A tartalma ≤ 3%)**

**CEM II/A-S 42,5 N kohósalakportlandcement**

**CEM II/B-S 32,5 N kohósalakportlandcement**

**CEM II/B-S 32,5 R kohósalakportlandcement**

**CEM II/B-M (V-L) 32,5 N kompozit portlandcement**

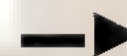
**CEM II/A-V 32,5 R pernyeporlandcement**

**CEM III/A 32,5 N kohósalakcement**

# MSZ EN 197-1:2000 Cement. 1. rész: Általános felhasználású cementek

1. táblázat: Az általános felhasználású cementek családjának 27 terméke

Fő cement-fajták	A 27 termék jelölése (az általános felhasználású cementek fajtái)		Mennviségek tömegszázalékban <sup>a)</sup>										
			Fő alkotórészek										Mellék-alkotórészek
			Klin-ker K	Gra-nu-lált kohó-salak S	Szili-ka-por D <sup>b</sup>	Puccolán-ter-mé-sze-salak P	kal-ci-nált Q	Pernye-sava-nyú V	bázi-kus W	Ége-tett pala Γ	Mész-kő L LL		
CEM I	Portlandcement	CEM I	95-100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM II	Kohósalak-portland-cement	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Szilika-por-portland-cement	CEM II/A-D	90-94	-	6-10	-	-	-	-	-	-	-	0-5
	Puccolán-portland-cement	CEM II/A-P	80-94	-	-	6-20	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-P	65-79	-	-	21-35	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	-	-	-	6-20	-	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	-	-	-	21-35	-	-	-	-	-	0-5
	Pernyeporlandcement	CEM II/A-V	80-94	-	-	-	-	6-20	-	-	-	-	0-5
		CEM II/B-V	65-79	-	-	-	-	21-35	-	-	-	-	0-5
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	-	-	6-20	-	-	-	0-5
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	-	-	21-35	-	-	-	0-5
	Égetettpala-portland-cement	CEM II/A-T	80-94	-	-	-	-	-	-	6-20	-	-	0-5
		CEM II/B-T	65-79	-	-	-	-	-	-	21-35	-	-	0-5
	Mész-kőportlandce-ment	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	-	-	-	6-20	-	0-5
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	-	-	-	21-35	-	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	-	-	-	6-20	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	-	-	-	21-35	0-5
	Kompozit-portlandce-ment <sup>c)</sup>	CEM II/A-M	80-94	6-20									0-5
		CEM II/B-M	65-79	21-35									0-5
CEM III	Kohósalakcement	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	-	0-5



## Az előző táblázat folytatása

### MSZ EN 197-1:2000 Cement. 1. rész: Általános felhasználású cementek

1. táblázat: Az általános felhasználású cementek családjának 27 terméke

Fő cement-fajták	A 27 termék jelölése (az általános felhasználású cementek fajtái)	Mennviségek tömegszázalékban <sup>a)</sup>									Mellék-alkotórészek
		Fő alkotórészek									
		Klinker	Granulált kohósalak	Szilikapor	Puccolán terméskettes	kalci-nált	Pernye savanyú	bázikus	Égetett pala	Mészke	
		K	S	D <sup>b</sup>	P	O	V	W	T	L, LL	

CEM III	Kohósalakcement	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	-	-	-	-	-	-	-	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	-	-	-	-	-	-	-	0-5
CEM IV	Puccoláncement <sup>c</sup>	CEM IV/A	65-89	-	< -----11-35----- >				-	-	-	0-5
		CEM IV/B	45-64	-	< -----36-55----- >				-	-	-	0-5
CEM V	Kompozitcement <sup>c</sup>	CEM V/A	40-64	18-30	-	< -----18-30----- >		-	-	-	-	0-5
		CEM V/B	20-38	31-50	-	< -----31-50----- >		-	-	-	-	0-5

<sup>a</sup> A táblázat értékei a fő- és mellékalkotórészek összegét tartalmazzák.

<sup>b</sup> A szilikapor aránya legfeljebb 10% legyen.

<sup>c</sup> A kompozit-portlandcement CEM II/A-M-ben és CEM II/B-M-ben, a puccoláncement CEM IV/A-ban és CEM IV/B-ben, valamint a kompozitcement CEM V/A-ban és CEM V/B-ben meg kell adni a megnevezésben a klinker mellett található fő- és mellékalkotórészek eredetét és fajtáját (lásd például a 8. fejezetet).

Kausay

## 6.2. A szulfátálló, általános felhasználású cementek (SR-cementek) összetétele és jelölése

Az EN 197-1-nek megfelelő szulfátálló általános felhasználású cementek hét terméket tartalmazó családját a 2. táblázat tartalmazza.

Ezek a következő három fő cementfajta csoportosíthatók:

Szulfátálló portlandcement:

- CEM I-SR 0 Szulfátálló portlandcement (a klinker  $C_3A$  tartalma = 0%).
- CEM I-SR 3 Szulfátálló portlandcement (a klinker  $C_3A$  tartalma  $\leq 3\%$ ).
- CEM I-SR 5 Szulfátálló portlandcement (a klinker  $C_3A$  tartalma  $\leq 5\%$ ).

Szulfátálló kohósalakcement:

- CEM III/B-SR Szulfátálló kohósalakcement (a klinker  $C_3A$  tartalmára nincs követelmény).
- CEM III/C-SR Szulfátálló kohósalakcement (a klinker  $C_3A$  tartalmára nincs követelmény).

Szulfátálló puccoláncement:

- CEM IV/A-SR Szulfátálló puccoláncement (a klinker  $C_3A$  tartalma  $< 9\%$ ).
- CEM IV/B-SR Szulfátálló puccoláncement (a klinker  $C_3A$  tartalma  $\leq 9\%$ ).

A szulfátálló általános felhasználású cementek családjának hét terméke az összetételük alapján felel meg a 2. táblázat előírásainak. A cementfajták jelölése felel meg a szabvány követelményeinek úgy, hogy a CEM I cementek esetében az SR 0, az SR 3, az SR 5, a CEM III és CEM IV cementek esetében pedig csak az „SR” kiegészítő jelöléseket kell hozzáfűzni.



2. táblázat: A szulfátálló általános felhasználású cementek családjának hét terméke

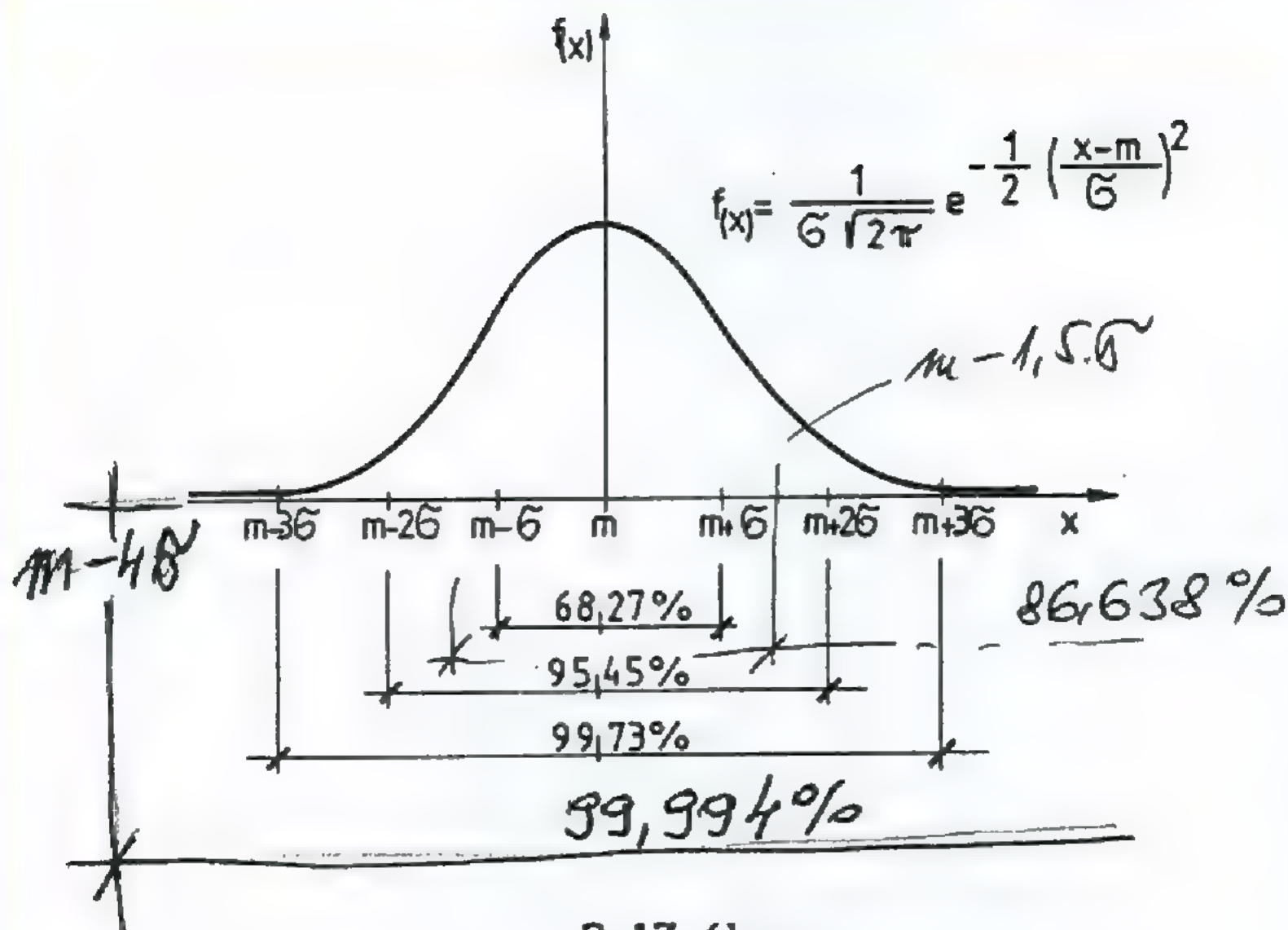
Fő cement-fajták	A hét termék jelölése (az általános felhasználású cementek fajtái)		Összetétel (tömegszázalékban <sup>a</sup> )				
			Főalkotórészek				Mellékalkotórészek
			Klinker K	Kohósalak S	Természetes puccolán P	Savas jellegű pernye V	
CEM I	Szulfátálló portlandcement	CEM I-SR 0 CEM I-SR 3 CEM I-SR 5	95-100				0-5
CEM III	Szulfátálló kohósalakcement	CEM III/B-SR	20-34	66-80	-	-	0-5
		CEM III/C-SR	5-19	81-95	-	-	0-5
CEM IV	Szulfátálló <sup>b</sup> puccoláncement	CEM IV/A-SR	65-79		21-35		0-5
		CEM IV/B-SR	45-64		36-55		0-5

<sup>a</sup> A táblázat értékei a fő- és mellékalkotórészek összegét tartalmazzák.

<sup>b</sup> A CEM IV/A-SR és a CEM IV/B-SR szulfátálló puccoláncementfajták esetében a meg kell adni a jelölésben a klinker mellett található más főalkotórészeket (lásd például a 8. fejezetet).

**2. táblázat: Mechanikai és fizikai követelmények mint jellemző értékek**

Szilárd- sági osztály	Nyomószilárdság MPa				Kötési idő kezdetre perc	Térfogat- állandóság (tágulás) mm
	Kezdőszilárdság		Szabványos szilárdság			
	2 napos	7 napos	28 napos			
32,5 N	-	$\geq 16,0$	$\geq 32,5$	$\leq 52,5$	$\geq 75$	$\leq 10$
32,5 R	$\geq 10,0$	-				
42,5 N	$\geq 10,0$	-	$\geq 42,5$	$\leq 62,5$	$\geq 60$	
42,5 R	$\geq 20,0$	-				
52,5 N	$\geq 20,0$	-	$\geq 52,5$	-	$\geq 45$	
52,5 R	$\geq 30,0$	-				



2.17 ábra  
Normális (Gauss-sűrűségfüggvény)

# Érték - Ziermann: Matematikai statisztika

## TÁBLÁZATOK

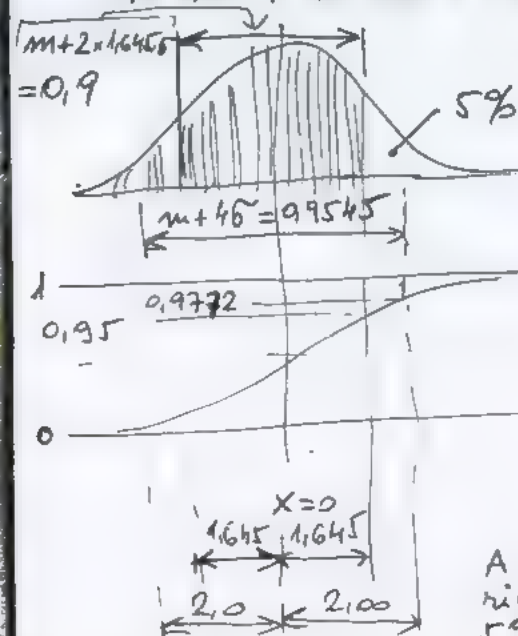
### 1. táblázat

alás fr.:  $A \Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{u^2}{2}} du$  függvény értékeinek táblázata ha

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
0,00	0,5000	0,44	0,6700	0,88	0,8106	1,32	0,9068
0,01	0,5040	0,45	0,6736	0,89	0,8133	1,33	0,9082
0,02	0,5080	0,46	0,6772	0,90	0,8159	1,34	0,9099
0,03	0,5120	0,47	0,6808	0,91	0,8186	1,35	0,9115
0,04	0,5160	0,48	0,6844	0,92	0,8212	1,36	0,9131
0,05	0,5199	0,49	0,6879	0,93	0,8238	1,37	0,9147
0,06	0,5239	0,50	0,6915	0,94	0,8264	1,38	0,9162
0,07	0,5279	0,51	0,6950	0,95	0,8289	1,39	0,9177
0,08	0,5319	0,52	0,6985	0,96	0,8315	1,40	0,9192
0,09	0,5359	0,53	0,7019	0,97	0,8340	1,41	0,9207
0,10	0,5398	0,54	0,7054	0,98	0,8365	1,42	0,9222
0,11	0,5438	0,55	0,7088	0,99	0,8389	1,43	0,9236
0,12	0,5478	0,56	0,7123	1,00	0,8413	1,44	0,9251
0,13	0,5517	0,57	0,7157	1,01	0,8438	1,45	0,9265
0,14	0,5557	0,58	0,7190	1,02	0,8461	1,46	0,9279
0,15	0,5596	0,59	0,7224	1,03	0,8485	1,47	0,9292
0,16	0,5636	0,60	0,7257	1,04	0,8508	1,48	0,9306
0,17	0,5675	0,61	0,7291	1,05	0,8531	1,49	0,9319
0,18	0,5714	0,62	0,7324	1,06	0,8554	1,50	0,9332
0,19	0,5753	0,63	0,7357	1,07	0,8577	1,51	0,9345
0,20	0,5793	0,64	0,7389	1,08	0,8599	1,52	0,9357
0,21	0,5832	0,65	0,7422	1,09	0,8621	1,53	0,9370
0,22	0,5871	0,66	0,7454	1,10	0,8643	1,54	0,9382
0,23	0,5910	0,67	0,7486	1,11	0,8665	1,55	0,9394
0,24	0,5948	0,68	0,7517	1,12	0,8686	1,56	0,9406
0,25	0,5987	0,69	0,7549	1,13	0,8708	1,57	0,9418
0,26	0,6026	0,70	0,7580	1,14	0,8729	1,58	0,9429
0,27	0,6064	0,71	0,7611	1,15	0,8749	1,59	0,9441
0,28	0,6103	0,72	0,7642	1,16	0,8770	1,60	0,9452
0,29	0,6141	0,73	0,7673	1,17	0,8790	1,61	0,9463
0,30	0,6179	0,74	0,7703	1,18	0,8810	1,62	0,9474
0,31	0,6217	0,75	0,7734	1,19	0,8830	1,63	0,9484
0,32	0,6255	0,76	0,7764	1,20	0,8849	1,64	0,9495
0,33	0,6293	0,77	0,7794	1,21	0,8869	1,65	0,9505
0,34	0,6331	0,78	0,7823	1,22	0,8888	1,66	0,9515
0,35	0,6368	0,79	0,7853	1,23	0,8907	1,67	0,9525
0,36	0,6406	0,80	0,7881	1,24	0,8925	1,68	0,9535
0,37	0,6443	0,81	0,7910	1,25	0,8944	1,69	0,9545
0,38	0,6480	0,82	0,7939	1,26	0,8962	1,70	0,9554
0,39	0,6517	0,83	0,7967	1,27	0,8980	1,71	0,9564
0,40	0,6554	0,84	0,7995	1,28	0,8997	1,72	0,9572
0,41	0,6591	0,85	0,8023	1,29	0,9015	1,73	0,9582
0,42	0,6628	0,86	0,8051	1,30	0,9032	1,74	0,9591
0,43	0,6664	0,87	0,8078	1,31	0,9049	1,75	0,9599

$$\mu = x - m \text{ és } \sigma = 1$$

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
1,76	0,9608	1,96	0,9750	2,32	0,9898	2,72	0,9967
1,77	0,9616	1,97	0,9756	2,34	0,9904	2,74	0,9969
1,78	0,9625	1,98	0,9761	2,36	0,9909	2,76	0,9971
1,79	0,9633	1,99	0,9767	2,38	0,9913	2,78	0,9973
1,80	0,9641	2,00	0,9772	2,40	0,9918	2,80	0,9974
1,81	0,9649	2,02	0,9783	2,42	0,9922	2,82	0,9976
1,82	0,9656	2,04	0,9793	2,44	0,9927	2,84	0,9977
1,83	0,9664	2,06	0,9803	2,46	0,9931	2,86	0,9979
1,84	0,9671	2,08	0,9812	2,48	0,9934	2,88	0,9980
1,85	0,9678	2,10	0,9821	2,50	0,9938	2,90	0,9981
1,86	0,9686	2,12	0,9830	2,52	0,9941	2,92	0,9982
1,87	0,9693	2,14	0,9838	2,54	0,9945	2,94	0,9984
1,88	0,9699	2,16	0,9846	2,56	0,9948	2,96	0,9985
1,89	0,9706	2,18	0,9854	2,58	0,9951	2,98	0,9986
1,90	0,9713	2,20	0,9861	2,60	0,9953	3,00	0,9988
1,91	0,9719	2,22	0,9868	2,62	0,9956	3,20	0,9993
1,92	0,9726	2,24	0,9875	2,64	0,9959	3,40	0,9996
1,93	0,9732	2,26	0,9881	2,66	0,9961	3,60	0,9998
1,94	0,9738	2,28	0,9887	2,68	0,9963	3,80	0,9999
1,95	0,9744	2,30	0,9893	2,70	0,9965		



$$2,5 \text{ esete} = \frac{100,00}{97,72} = 2,28\%$$

$$2 \times 2,28 \approx 4,55$$

$$\frac{4,55}{100} = 0,0455$$

$$1,0 - 0,0455 = 0,9545$$

$$1,645 \text{ esete} = \frac{100}{95} = 1,0526$$

$$2 \times 5 = 10$$

$$\frac{10}{100} = 0,1$$

$$1 - 0,1 = 0,9$$

A normál eloszlás szimmetrikus, ezért mindig az alsó 5%-os ahelymaradása is igaz.



**Az alkalmazott cement** szilárdsági osztálya előnyösen 32,5 vagy 42,5, de indokolt esetben 52,5, különleges esetben pedig 22,5 is lehet. A cement szilárdulási üteme a betonozás körülményeitől és a beton kívánt korai viselkedésétől függően normál (N), nagy kezdőszilárdságú (R) vagy kis kezdőszilárdságú (L) legyen.

**CEM II** fajtajú 32,5 szilárdsági osztályú portlandcementet legfeljebb C40/50 nyomószilárdsági osztályú beton készítéséhez ajánlatos használni.

**Feszített vasbeton szerkezetek** készítéséhez **CEM I** vagy **CEM II R** fajtajú cementet előnyös használni, **utófesztített vasbeton szerkezetek** készítéséhez **CEM II N** fajtajú cement is használható.

**Vasbetonba** való alkalmazásra a **CEM III/A 32,5** jelű **kohósalakcement** legfeljebb C40/50 beton-nyomószilárdsági osztályig, a **CEM III/B 32,5 N-S** jelű **szulfátálló kohósalakcement** legfeljebb C35/45 beton-nyomószilárdsági osztályig javasolható.

**CEM III** fajtajú **kohósalakcementet** **feszített vasbeton** készítéséhez nem szabad használni.

**A CEM III/A 32,5 N kohósalakcement** mérsékelt kezdőszilárdságú, jelentős utószilárdulású, kishőfejlesztésű cement. **Szulfátállósága jelentős**, zsugorodási és repedési hajlama csekély. Javasolható mérsékelten agresszív szulfáthatásnak (talajvíz:  $\leq 3000$  mg/liter szulfácion-tartalom, talaj:  $\leq 12000$  mg/liter szulfácion-tartalom) kitett, XA2 környezeti osztályú szerkezetek betonozásához, tömegbetonok és vízepítési betonok készítéséhez. **Egyike a legtöbb kloridont megkötő cementeknek**, ezért alkalmazása olvasztósó hatásának kitett vasbetonszerkezetek készítéséhez mind természetes szilárdítás, mind gőzölés esetén különösen előnyös.

Tulajdonságait az MSZ EN 197-1:2011 szabvány tárgyalja.

**A CEM III/B 32,5 N, ill. CEM III/B 32,5 N-S kohósalakcement** kis kezdőszilárdságú, nagy végszilárdulású, kishőfejlesztésű cement. **Szulfátállósága jelentős**, zsugorodási és repedési hajlama csekély. Javasolható erősen agresszív szulfáthatásnak (talajvíz:  $\leq 6000$  mg/liter szulfátion-tartalom, talaj:  $\leq 24000$  mg/liter szulfátion-tartalom) kitett, XA3 környezeti osztályú szerkezetek betonozásához, tömegbetonok és vízépítési betonok készítéséhez.

Tulajdonságait az MSZ EN 197-1:2011, ill. az MSZ 4737-1:2013 szabvány tárgyalja.

## Különleges cementek

### 1. rész: Mérsékelten szulfátálló cementek

#### 1. Fogalommeghatározások

##### 1.1. aluminátmodulus (AM)

A portlandcementklinker tömegszázalékban kifejezett alumínium-oxid-( $\text{Al}_2\text{O}_3$ -) és vas-oxid-( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ -) tartalmának hányadosa.

##### 1.2. mérsékelten szulfátálló cement

Az MSZ EN 197-1 szerinti CEM II típusú portlandcement, amelyben a portlandcementklinker (K) aluminátmodulusa legfeljebb 1,0, valamint az MSZ EN 197-1 szerinti CEM III/A cement.

Jele: MSR

**Szulfátálló cementek:** azok az MSZ EN 197-1 szerinti CEM I és CEM II típusú portlandcementek, amelyekben a portlandcementklinker (K) aluminátmodulusa legfeljebb 0,70, valamint a CEM III/B és a CEM III/C cementek. A felsorolt cementek kielégítik a szulfátálló cementekre vonatkozó 1. táblázat szerinti követelményeket is. Kausay



## **Aluminát-modulus**

**Az aluminát-modulus a cementklinker alumínium-oxid és vas-oxid összetevőinek hányadosa, tömegarány,**

$$\text{AM} = \text{Al}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3,$$

**amelynek csökkenésével a cement szulfátállósága nő, másodlagos ettringit képződési hajlama és szulfátduzzadás okozta hosszváltozása csökken.**

**Az MSZ 4737-1:2013 szabvány szerint a szulfátálló cementek aluminát-modulusa legfeljebb 0,7, a mérsékelten szulfátálló cementeké legfeljebb 1,0; a szulfátálló cementek szulfátduzzadás okozta hosszváltozása legfeljebb 0,4 mm/m, a mérsékelten szulfátálló cementeké legfeljebb 1,0 mm/m.**

**A szulfátálló cementek első kutatói között tartjuk számon *Henry Le Chatelier* (1850, Párizs – 1936, Miribel-les-Échelles, Isère) francia kémikust.**

#### 4.4. Szulfátállósági követelmény

Az 1. táblázat szerint.

1. táblázat: A cementek besorolása a szulfátduzzadás okozta hosszváltozás szerint

Szulfátállósági besorolás	Vizsgálati módszer	Hosszváltozás, mm/m
Szulfátálló, S	Az MSZ 4737-1 melléklete szerint	$\leq 0,40$
Mérsékelten szulfátálló, MS	Az MSZ 4737-1 melléklete szerint	$> 0,40 \leq 1,00$

#### Melléklet: A cementek szulfátállóságának meghatározása (előírás)

##### M1. A módszer elve

A cementek szulfátállóságát lépcsős szemcseszerkezetű habarcsból készített, vékony hasáb alakú, előzetesen gőzkezelt, majd szulfátoldatban tárolt próbatestek hosszváltozása alapján határozzuk meg.

##### M6. A hosszváltozás mérése és számítása

Az M5.3. szakasz szerint előtárolt próbatesteket a vízből kivesszük és letöröljük; a mérővégekről a kenőzsírt eltávolítjuk. Ezután a próbatesteket egyenként az M2.10. szakasz szerinti készülékbe helyezzük, és 0,005 mm pontossággal megmérjük azok hosszúságát (alpmérés). Ezt követően az előírt időpontokban végzendő mérések közötti időtartam alatt a próbatesteket az M3.2. szakasz szerinti szulfátoldatban tároljuk az M7. fejezetben leírt módon.

A próbatestek további hosszváltozását a készítésüktől számított 7., 14., 21. és 28. napon mérjük.

Kausay

1. táblázat: A mérsékelten szulfátálló cementek családjának 16 terméke

Fő cement-fajták	A 16 termék jelölése (a mérsékelten szulfátálló cementek fajtái)		Mennyiségek tömegszázalékban <sup>a</sup>							Mellék-alkotórészek	
			Főalkotórészek								
			Klinker	Granulát kohósarak	Puccolán	Pernye		Mészke			
			K	S	természetes P	savanyú V	bázikus W	L	LL		
CEM II	Mérsekelten szulfátálló kohósarak-portlandcement	CEM II/A-S	80-94	6-20	-	-	-	-	-	0-5	
		CEM II/B-S	65-79	21-35	-	-	-	-	-	0-5	
	Mérsekelten szulfátálló szilákaportlandcement	CEM II/A-D	90-94	-	-	-	-	-	-	0-5	
	Mérsekelten szulfátálló puccolán-portlandcement	CEM II/A-P	80-94	-	6-20	-	-	-	-	0-5	
		CEM II/B-P	65-79	-	21-35	-	-	-	-	0-5	
	Mérsekelten szulfátálló pernyeportlandcement	CEM II/A-V	80-94	-	-	6-20	-	-	-	0-5	
		CEM II/B-V	65-79	-	-	21-35	-	-	-	0-5	
		CEM II/A-W	80-94	-	-	-	6-20	-	-	0-5	
		CEM II/B-W	65-79	-	-	-	21-35	-	-	0-5	
	Mérsekelten szulfátálló meszkőportlandcement	CEM II/A-L	80-94	-	-	-	-	6-20	-	0-5	
		CEM II/B-L	65-79	-	-	-	-	21-35	-	0-5	
		CEM II/A-LL	80-94	-	-	-	-	-	6-20	0-5	
		CEM II/B-LL	65-79	-	-	-	-	-	21-35	0-5	
	Mérsekelten szulfátálló kompozit-portlandcement <sup>b</sup>	CEM II/A-M	80-94	<-----6-20----->							0-5
		CEM II/B-M	65-79	<-----21-35----->							0-5
CEM III	Kohósarakcement	CEM III/A	35-64	36-65	-	-	-	-	-	0-5	

## **PÉLDÁK AZ MSZ 4737-1:2013 SZERINTI MÉRSÉKELTEN SZULFÁTÁLLÓ CEMENT JELÖLÉSÉRE**

**Szokásos (normál) kezdőszilárdságú (N),  
mérsékelten szulfátálló pernyeportlandcement:  
CEM II/A-V 32,5 N-MSR**

**Kis kezdőszilárdságú (L), mérsékelten szulfátálló  
kohósalakcement:  
CEM III/A 32,5 L-MSR**

**Kis kezdőszilárdságú (L) és kis hőfejlesztésű (LH)  
mérsékelten szulfátálló kohósalakcement:  
CEM III/A 32,5 L-LH-MSR**



---

# MAGYAR SZABVÁNY

---

# MSZ EN 197-4

---

## Cement

4. rész: Kis kezdőszilárdságú kohósalakcementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei

**Az MSZ EN 197-4:2004 szabvány három kis kezdőszilárdságú, CEM III fajtajú, 32,5 L, 42,5 L, 52,5 L szilárdsági osztályú kohósalakcement tulajdonságait írja le. Az L betűjel a kis kezdőszilárdságra utal.**

# MSZ EN 197-4:2004

Table 1 — The 3 products in the family of low early strength blastfurnace cements

Main types	Notation of the 3 products (types of low early strength blastfurnace cements)  A kohósalak cementek jele		Composition (proportion by mass, in % <sup>a</sup> )		
			Main constituents		Minor additional constituents
			Clinker	Blastfurnace Slag	
			K	S	
CEM III	Blastfurnace cement	CEM III/A	35-64	36-65	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	0-5

<sup>a</sup> The values in the table refer to the sum of the main and minor additional constituents.

Table 2 — Mechanical and physical requirements given as characteristic values

A cement Strength class nyomószilárdsági osztálya	Compressive strength Nyomószilárdság MPa				Initial setting time Kötés kezdete min	Soundness (Expansion)  mm
	Early strength		Standard strength			
	2 days	7 days	28 napos	28 days korban		
32,5 L	–	≥ 12,0	≥ 32,5	≤ 52,5	≥ 75	Térfogat- állandóság ≤ 10
42,5 L	–	≥ 16,0	≥ 42,5	≤ 62,5	≥ 60	
Kausz, 5 L	≥ 10,0	–	≥ 52,5	–	≥ 45	

**Az általános felhasználású **kis hőfejlesztésű közönséges cementekkel** (jele LH) az MSZ EN 197-1/A1 szabványmódosítás foglalkozik.**

2004. szeptember

---

## **MAGYAR SZABVÁNY      MSZ EN 197-1:2000/A1**

---

### **Cement**

1. rész: Az általános felhasználású cementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei

**Az LH jelű kis hőfejlesztésű közönséges cement hidratációs hőjének jellemző értéke nem szabad, hogy a 270 J/g értéket túllépje. A hidratációs hőt 41 órás korban vagy 7 napos korban kell vizsgálni.**

# MAGYAR SZABVÁNY

# MSZ EN 14216

## Cement. Nagyon kis hőfejlesztésű különleges cementek összetétele, követelményei és megfelelőségi feltételei

**Tömegbetonok**, például gátak, hídfők és egyéb kis felület/térfogat hányadosú mélyépítési szerkezeti elemek készítése céljára az MSZ EN 14216 szerinti **VLH III (kohósalakcement), IV (traszcement), V (kompozitcement)** jelű, **22,5 szilárdsági osztályú**, nagyon kis hőfejlesztésű különleges cementek alkalmazhatók. Ezeket a cementeket kizárólag tömegbetonok készítéséhez szabad felhasználni, és **a beton nyomószilárdsági osztálya legfeljebb C30/37** lehet. A környezeti osztályokra vonatkozó, MSZ 4798:2016 szerinti követelmények a 22,5 szilárdsági osztályú cement cementfajta alkalmazása esetén is fennállnak. Megjegyzés: **22,5 szilárdsági osztályú cementet hazánkban jelenleg nem gyártanak.**



## **Kőművescement**

1. rész: Összetétel, követelmények és megfelelőségi feltételek

**Az MSZ EN 413-1:2004 szabvány szerinti kőművescement tulajdonképpen **nem cement**, hanem vakolat és falazóhabarcs kötőanyag (Putz- und Mauerbinder), amely homokkal, vízzel, és adalékszerrel (pl. őrlést elősegítő szer, légbuborék-képző szer) bedolgozható keveréket ad.**

**Jele pl. „MC 12,5X”, ahol az MC jel a kőművescementre utal, a 12,5 a nyomószilárdság jele, és az X azt jelöli, hogy nem tartalmaz légbuborékképző szert.**

**Hazánkban nem gyártják. Betonkészítésre nem alkalmas**

Különleges cementek.

2. rész: Fehér cementek

---

**Az MSZ 4737-2:2013 szabvány tárgya a fokozott esztétikai igényeket támasztó fehér és színes építőanyagok, pl. vakolóhabarcsok (MSZ 16000), vagy műkötermékek (MSZ 2505) készítéséhez alkalmazható fehér cementek mechanikai, fizikai és kémiai tulajdonságai, valamint ezek vizsgálata.**

**Fehér cementnek** minősül bármely MSZ EN 197-1:2011 szerinti cementfajta, amely felületi színének – a CIE 1931 alapján a **fehérség mérőszámaként** meghatározott – Y színösszetevője az MSZ 4737-2:2013 szabvány melléklete szerint vizsgálva nagyobb, mint 67 százalék.

**A fehér cementek besorolása  
az Y színösszetevő alapján**

Fehérségi fokozat		Y színösszetevő (%) CIE 1931	
F I		$\geq 80$	
F II		$\geq 75$ és $< 80$	
Kausay	F III	$\geq 67$ és $< 75$	63

A **fehérségmérés** során az adott nyomóerővel tömörített porminta sík felületéről visszaverődő fény fehér színösszetevőjét kell Zeiss leukométerrel meghatározni és ismert fehérségű barit ( $\text{BaSO}_4$ ) etalonmintához viszonyítani.

A **fehér cement színét** attól kapja, hogy színező fémvegyületeket (vas és mangán) nem, vagy korlátozott (általában 0,6 tömeg%-nál kisebb) mértékben tartalmaz.

**Magyarországon a II. világháború előtt** a bélapátfalvi cementgyárban mészkő, kaolin vagy liparit, homok, folypát és klórkalcium felhasználásával gyártották az **„üstökös fehér”** néven forgalmazott fehér cementet.



## **A fehér cement szabványos megnevezése**

**A cement MSZ EN 197-1:2011 szerinti szabványos megnevezése, kiegészítve a **fehér szóval**, valamint a **fehérségi fokozatra** utaló jelöléssel. Például:**

**Az MSZ 4737-2 szabvány szerint F I fehérségi fokozatba tartozó, az MSZ EN 197-1:2011 szerinti CEM I cementfajta követelményeit kielégítő, nagy kezdőszilárdságú, 42,5 szilárdsági osztályú portlandcement megnevezése:**

**Fehér portlandcement MSZ 4737-2 — CEM 42,5 R F I**

# Fehér cement

## tr./BC I. fokozatú fehérséggel

### Műszaki paraméterek

PTN-R 72 2132 szerint és az elért tényleges adatok:

	<i>PTN-R 72 2132</i>	<i>tényleges értékek</i>
Izzítási veszteség	max. 5 %	2,5–4,0 %
Oldhatatlan maradék:	max. 5 %	0,5–1,5 %
SO <sub>3</sub> -tartalom:	max. 4 %	2,0–2,4 %
Cl-tartalom:	max. 0,1 %	< 0,1 %
Térfogatállóság:	max. 10 mm	< 3 mm
Kötéskezdet:	min. 45 perc	90 – 140 perc
Nyomószilárdság:		
2 napos	min. 20,0 N.mm <sup>-2</sup>	26 – 28 N.mm <sup>-2</sup>
28 napos	min. 52,5 N.mm <sup>-2</sup>	55 – 58 N.mm <sup>-2</sup>
Fehérség (R <sub>v</sub> ):	min. 80 %	82 – 85 %

A fehér cement megfelel a DIN 1164, MSZ 4702-2/1997 szerint a CEM I 52,5-re vonatkozó követelményeknek. A cement minőségét az LGA-Norinberg (SRN)

Kausay ellenőrzi.

A fehér cementet egyszerű és vasalt fehér betonok, előregyártott betonelemek, terasz-járócsempék, fehér vakolatkeverékek valamint színes cementek gyártásához használják. Felhasználható portlandcementtel és trasz-portlandcementtel együtt szendvicsbetonok készítéséhez.

A fehér cement bedolgozása során az alábbi alapelvek betartását javasoljuk:

- A keverők, szállítóeszközök valamint a szerszámok, amelyek a friss cementtel érintkezésbe kerülhetnek, legyenek teljesen tiszták, rozsdától, lerakódásoktól, kenőanyagoktól és hasonló szennyeződésektől mentesek.
- Ugyancsak tisztának kell lenniük a zsaluzatoknak és beton-formáknak. Ezeket ki kell látni és pormentessé kell tenni. Zsaluzóeszközök alkalmazása esetén ezeket egalizálni kell és meg kell akadályozni az elfolyások és a (durva részek) vastag rétegek keletkezését. Csak színtelen kizsaluzó-szereket szabad használni.
- A fehér beton készítéséhez használt kavicsnak fehér színűnek kell lennie, különösen a 0 – 2 mm frakció esetén. Poros, agyagos és színes részeket nem szabad tartalmaznia. A kvarchomok ne tartalmazzon vasoxidot. Maximálisan 8/15-ös szemcse-frakció alkalmazása ajánlott.
- 1 m<sup>3</sup> betonhoz a CEM I 52,5 adagolása nem lehet kevesebb 350-400 kg-nál.
- A fehér betont kizsaluzása után kezdetben csak tiszta vízzel szabad kezelni.
- Fehér beton esetében az acél-betétek fedettsége legalább 3 cm legyen. A vasalás minden kinyúló részét el kell szigetelni, a rozsdá keletkezésének megakadályozása céljából.
- A megszilárdult betont bevonattal vagy nem színező szerrel lehet hidrofóbizálni (víztaszítóvá tenni).
- A fehér betonhoz lehet plasztifikáló, porozítást növelő és lassító szereket alkalmazni, de feltétele, hogy színező hatást ne fejtsen ki. Fehérítő anyagként lehet alkalmazni titán-fehéret (TiO<sub>2</sub>) 1 %-ig a cement tömegé vonatkoztatva. Cinkfehér (ZnO) alkalmazását nem javasoljuk.

## Kiszállítás:

A fehér cementet akár ömlesztve (tartály-gép-kocsival, vasúti tartály-kocsikban), vagy 25 illetve 50 kg-os szelepes papírzsákokba csomagolva, közvetlenül a szállítóeszközre rakva lehet kiszállítani. A csomagolt cementet kívánság esetén palettára rakva, zsugorfóliába burkolva is ki tudjuk adni. A CEM I 52,5 kiadása 5 kg-os csomagolásban is lehetséges.

**"HIROCEM"**

## **Főbb cement féleségek:**

- **homogén portlandcement,**
- **heterogén portlandcement és cement (ezen belül a szulfátálló portlandcement és cement),**
- **fehér cement,**
- **aluminátcement,**
- **bauxitcement,**
- **duzzadó cement,**
- **szigmacement,**
- **kishőfejlesztésű cement,**
- **egyéb különleges cementek.**

**(*Palotás László: Mérnöki szerkezetek anyagtana 2. Akadémiai Kiadó. Budapest, 1979.*)**



**A cement kiválasztásánál** nem elegendő a beton 28 napos nyomószilárdságra előírt értékét figyelembe venni.

A beton tervezéséhez és készítéséhez azok a cementfajták használhatók fel, amelyekre rendelkezésre állnak az 1 évnél nem régebbi 2, 28 és 90 napos Abrams-féle betonszilárdság-becslő függvények. Ezeket a betonszilárdság-becslő függvényeket a víz-cement tényező  $v/c = 0,35 - 1,00$  közötti tartományában készített betonkeveréseken kell vizsgálni.

Továbbá rendelkezésre kell állnia a betonnyomószilárdsági adatok mellett a lassú alakváltozásra, azaz a legalább 180 napos zsugorodásra (külön száradási és autogén) és a legalább 180 napos kúszásra vonatkozó vizsgálati eredményeknek.

**Az alkalmazandó cement kiválasztásánál fentieken kívül a következőket is **figyelembe kell venni**:**

- a készítendő szerkezet technológiáját (pl. feszített szerkezet);
- a szerkezet környezeti osztályát;
- a szerkezet készítése során és közvetlenül utána várható környezeti körülményeket (pl. évszak, hőmérséklet, koptatás, fagyás és sózás várható időpontja);
- a szerkezet méreteit (hőfejlődés);
- a szerkezet utókezelési lehetőségeit (minél nagyobb a kiegészítőanyag-tartalom, annál **hosszabb utókezelés szükséges**).

**Az MSZ 4798:2016 betonszabvány F1. és a NAD F1. környezeti osztály táblázataiban szereplő értékek azon a feltételezésen alapulnak, hogy a szerkezet tervezett élettartama 50 év.**

**A legkisebb szilárdsági osztályok a víz/cement tényező és a CEM 32,5 szilárdsági osztályú cementekkel készített betonok szilárdsági osztályai közötti összefüggésből származnak.**

***Ha CEM 42,5 vagy CEM 52,5 jelű cementtel készül a beton, az F1. és NAD F1. táblázat értékeit akkor is alkalmazni kell, és akkor sem szabad a víz/cement tényezőt az F1. és NAD F1. táblázatban megengedett érték fölé emelni.***



**Ha a megengedett legnagyobb vízcement tényező a megengedett legkisebb cementtartalom esetén a szükséges konzisztencia beállításához nem elegendő, akkor a konzisztenciát — a szóban forgó táblázatokban előírt vízcement tényező betartása mellett — képlékenyítő vagy folyósító adalékszerrel, vagy kisebb vízigényű adalékanyag felhasználásával kell megfelelővé tenni.**



**A következő két oldalon ajánlás található  
a cementek környezeti osztályok szerinti  
alkalmazására  
az MSZ 4798:2016 betonszabványból**

**Jelmagyarázat:**

**2 - javasolt**

**1 – alkalmazható**

**0 - nem javasolt**

Cement fajta MSZ EN 197-1 MSZ 4737-1		E szabvány szerinti környezeti osztály													
		XN(H)	XC1	XC3	XC4	XD1 XS1	XF1	XF2	XF3	XF4	XF2(H)	XF3(H)	XF4(H)	XV1(H)	XV2(H)
		X0b(H)	XC2			XD2 XS2									XV3(H)
		X0v(H)				XD3 XS3									
CEM	m0 m1 m2					m10									m11
I 32,5 N-LH	m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
I 42,5 N	m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
I 42,5 N-SR 0	m3 m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
I 42,5 R	m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
I 52,5 N	m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0
I 52,5 N-SR 0	m3 m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1
I 52,5 R	m4 m9	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	0
II/A-S 42,5 N	m5 m9 m19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II/A-S 42,5 R	m5 m9 m19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II/B-S 42,5 N	m5 m6 m9 m19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II/A-LL 42,5 N	m7 m19	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II/A-LL 42,5 R	m7 m19	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II/B-M (S-V) 42,5 N	m5 m9 m19	2	2	2	2	1	1	1 m12	1 m12	1 m12	1	1	1	2	2
II/B-M (S-LL) 32,5 N	m7 m19	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
II/B-M (S-LL) 32,5 R	m7 m19	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
II/B-M (S-LL) 42,5 N	m7 m19	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
II/A-M (V-LL) 42,5 N	m7 m19	2	2	2	2	0	1	1 m12	1 m12	1 m12	1	1	1	2	2
II/B-M (V-LL) 32,5 N	m7 m19	2	2	2	2	0	1	1 m12	1 m12	1 m12	1	1	1	2	2
II/B-M (V-LL) 32,5 R	m7 m19	2	2	2	2	0	1	1 m12	1 m12	1 m12	1	1	1	2	2
III/A 32,5 N- MSR	m8 m9	2	2	2	2	2	2	2	2	1 m13	2	2	2	2	2
III/A 32,5 R- MSR	m8 m9	2	2	2	2	2	2	2	2	1 m13	2	2	2	2	2
III/B 32,5 N-SR Kausay	m8 m9	2	2	2	2	2	2	1 m13	1 m13	1 m13	2	2	2	2	2

Cement fajta MSZ EN 197-1 MSZ 4737-1	E szabvány szerinti környezeti osztály													
	XA1		XA2		XA3		XA4(H)		XA5(H)		XA6(H)		XK1(H)	XK2(H) XK3(H) XK4(H)
	Duzza- dás	Oldó- dás	Duzza- dás	Oldó- dás	Duzza- dás	Oldó- dás	Duzza- dás	Oldó- dás	Duzza- dás	Oldó- dás	Duzza- dás	Oldó- dás		
I 32,5 N-LH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
I 42,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
I 42,5 N-SR 0	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2
I 42,5 R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
I 52,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
I 52,5 N-SR 0	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	2
I 52,5 R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
II/A-S 42,5 N	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2
II/A-S 42,5 R	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2
II/B-S 42,5 N	1	1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	2
II/A-LL 42,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
II/A-LL 42,5 R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
II/B-M (S-V) 42,5 N	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
II/B-M (S-LL) 32,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II/B-M (S-LL) 32,5 R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II/B-M (S-LL) 42,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
II/A-M (V-LL) 42,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
II/B-M (V-LL) 32,5 N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II/B-M (V-LL) 32,5 R	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
III/A 32,5 N-MSR	2	2	1	2	0	2	2	2	1	1	0	0	1	1
III/A 32,5 R-MSR	2	2	1	2	0	2	2	2	1	1	0	0	1	1
III/B 32,5 N-SR	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
Kausay														

Környezeti osztály	Meghatározó agresszív hatóanyag	Környezeti hatás következménye	Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg meg jó	Rossz
			megoldás a korrózióállóság szempontjából			
XA1	Szulfátok	duzzadás	CEM I-SR 0, CEM II-B-5-MSR, CEM II-B-V-MSR, CEM II-B-M(5-V)-MSR, CEM III-B-SR	CEM I-SR 5, CEM II-A-5-MSR, CEM II-A-V-MSR, CEM III-A-MSR, CEM I-30% V	CEM I + 20% V, CEM IV-B-SR	CEM I ha nem SR, ill. kiegészítőanyag nélkül, CEM II ha nem MSR
	Savak	oldódás	CEM II-B-5-5% M, CEM II-B-5-11% D, CEM II-B-V-5% M, CEM II-B-V-11% D, CEM III-B	CEM II-A-5-11% M, CEM II-A-5-11% D, CEM II-A-V-11% M, CEM II-A-V-11% D, CEM III-A	CEM II-B-5, CEM II-B-V, CEM II-B-M(5-V)	CEM I, CEM II kiegészítőanyag nélkül, CEM II-L, CEM II-M(5-LL), CEM II-M(V-LL)
XA2	Szulfátok	duzzadás	CEM I-SR 0, CEM III-B-SR	CEM I-SR 3, CEM II-B-5-MSR, CEM II-B-V-MSR, CEM II-B-M(5-V)-MSR	CEM I-SR 5, CEM II-A-5-MSR, CEM II-A-V-MSR, CEM III-A-MSR, CEM I-30% V	CEM I ha nem SR, ill. kiegészítőanyag nélkül, CEM II ha nem MSR
	Savak	oldódás	CEM III-B, CEM III-C	CEM II-B-5-5% M, CEM II-B-5-11% D, CEM II-B-V-5% M, CEM II-B-V-11% D, CEM III-A	CEM II-A-5-11% M, CEM II-A-5-11% D, CEM II-A-V-11% M, CEM II-A-V-11% D	CEM I, CEM II kiegészítőanyag nélkül, CEM II-L, CEM II-M(5-LL), CEM II-M(V-LL)
XA3	Szulfátok	duzzadás	CEM III-C-SR	CEM I-SR 0, CEM III-B-SR	CEM I-SR 3, CEM II-B-5-MSR, CEM II-B-V-MSR, CEM II-B-M(5-V)-MSR	CEM I ha nem SR, CEM II ha nem MSR
	Savak	oldódás	CEM III-C	CEM III-B	CEM II-B-5-5% M, CEM II-B-5-11% D, CEM II-B-V-5% M, CEM II-B-V-11% D, CEM III-A	CEM I, CEM II kiegészítőanyag nélkül, CEM II-L, CEM II-M(5-LL), CEM II-M(V-LL)
XA4(H)	Szulfátok és savak	duzzadás és oldódás	CEM I-SR 0 + 18% M, CEM I-SR 0 + 11% D, CEM II-B-5-MSR - 5% M, CEM II-B-5-MSR - 11% D, CEM II-B-V-MSR - 5% M, CEM II-B-V-MSR - 11% D, CEM III-B-SR	CEM I-SR 5 + 18% M, CEM I-SR 5 + 11% D, CEM II-A-5-MSR - 11% M, CEM II-A-5-MSR - 11% D, CEM II-A-V-MSR - 11% M, CEM II-A-V-MSR - 11% D, CEM III-A-MSR	CEM I-SR 5 + 20% V, CEM IV-B-SR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül, CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XA5(H)	Szulfátok és savak	duzzadás és oldódás	CEM I-SR 0 + 18% M, CEM I-SR 0 - 11% D és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 3 + 18% M, CEM I-SR 3 + 11% D, CEM II-B-5-MSR + 5% M, CEM II-B-5-MSR - 11% D, CEM II-B-V-MSR - 5% M, CEM II-B-V-MSR - 11% D, CEM III-B-SR és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 5 + 18% M, CEM I-SR 5 + 11% D, CEM II-A-5-MSR + 11% M, CEM II-A-5-MSR - 11% D, CEM II-A-V-MSR - 11% M, CEM II-A-V-MSR - 11% D, CEM III-A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül, CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XA5(H)	Savak	oldódás	CEM III-C és megfelelő felületi bevonat	CEM III-B és megfelelő felületi bevonat	CEM III-B	CEM I, CEM II, CEM III-A
XA6(H)	Szulfátok és savak	duzzadás és oldódás	CEM I-SR 0 + 18% M, CEM I-SR 0 - 11% D és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 0 + 18% M, CEM I-SR 0 - 11% D és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I-SR 3 - 18% M, CEM I-SR 3 - 11% D, CEM II-B-5-MSR - 5% M, CEM II-B-5-MSR - 11% D, CEM II-B-V-MSR - 5% M, CEM II-B-V-MSR + 11% D, CEM III-B-SR és mindegyikre megfelelő felületi bevonat	CEM I, ha nem SR 0 és kiegészítőanyag nélkül, CEM II ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XD1	Kloridok	lyukkorrozió	CEM III-B	CEM I-11% D, CEM II-20% V, CEM II-B-V, CEM II-B-M(5-V), CEM II-B-5-11% D, CEM III-A	CEM II-B-S	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II-A, CEM II-L, CEM II-M(5-LL), CEM II-M(V-LL)
XD2	Kloridok	lyukkorrozió	CEM III-B	CEM II-B-V + 11% D	CEM III-A	CEM I, CEM II-A, CEM II-B kiegészítőanyag nélkül, CEM II-L, CEM II-M(5-LL), CEM II-M(V-LL)
XD3	Kloridok	lyukkorrozió	CEM III-B	CEM II-B-V + 11% D, CEM III-A	CEM I-11% D, CEM I-20% V, CEM II-B-5-11% D, CEM II-B-V, CEM II-B-M(5-V)	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II-A, CEM II-L, CEM II-M(5-LL), CEM II-M(V-LL)
XD1	Kloridok és szulfátok	lyukkorrozió és duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 5-11% D, CEM I-SR 5-20% V, CEM II-B-V-MSR, CEM II-B-5-MSR-11% D, CEM II-B-M(5-V)-MSR, CEM III-A-MSR	CEM II-B-S-MSR	CEM I ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül, CEM II-A, CEM II-B ha nem MSR
XD2	Kloridok és szulfátok	lyukkorrozió és duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 0 + 11% D, CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM III-B-SR	CEM I ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül, CEM II, CEM III-A
XD3	Kloridok és szulfátok	lyukkorrozió és duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM II-B-V-MSR - 11% D, CEM III-B-SR	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II-B-V-MSR, CEM II-B-5-MSR + 11% D, CEM II-B-M(5-V)-MSR, CEM III-A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül, CEM II-A, CEM II-B, ha nem MSR

A táblázatban szereplő valamennyi cement megfelel az MSZ EN 197-1:2011 szabvány követelményének, az MSR-től eltérő esetekben szulfátálló cementek elégséges ki az MSZ 433-1:2013 szabvány követelményeit is.

A CEM III-A esetében szulfátálló kőbetszálló cement helyében nem feltétlenül szerepel az MSR jel, a CEM III-B szulfátálló kőbetszálló cement helyében nem feltétlenül szerepel az SR jel.

A cement mellé külön adagolható kiegészítőanyag „L” a táblázatban szereplő legnagyobb mennyiség (L<sub>max</sub>) a cementtartalom „C” vonatkozásában megengedett legnagyobb kiegészítőanyag adagolási értéke (L<sub>max</sub>=100 L/C).

A külön adagolható kiegészítőanyag-tartalomnak a következők szerint kell lennie: C-L<sub>max</sub> vonatkozásban „-”-os értékek L<sub>max</sub>=100 L/C, 1 ásszállagossági határozzák meg.

Kiegészítőanyagok jelölése

D = Szilikapors

LL = Meszkulcs

Mt = A<sup>+</sup> típusú metakidus

S = Granulát kőbetszálló

V = Savanyú petre

Kassay, 2016. augusztus



Környezeti osztály	Meghatározó agresszív hatóanyag	Környezeti hatás következménye	Várhatóan a legjobb	Várhatóan jó	Esetleg még jó	Rossz
megoldás a korroziv-környezeti szempontból						
XA1	Szulfátok	duzzadás	CEM I-SR 0, CEM II-B-5-MSR, CEM II-B-V-MSR, CEM II-B-V-MSR, CEM II-B-V-MSR	CEM I-SR 5, CEM II-A-5-MSR, CEM II-A-V-MSR, CEM II-A-V-MSR, CEM II-A-V-MSR	CEM I + 20% V, CEM IV-B-SR	I ha nem SR, ill. kiegészítőanyag nélkül, CEM II ha nem MSR
	Savak	oldódás	CEM II-B-5 + 10% MK, CEM II-B-5 + 11% D, CEM II-B-V + 5% MK, CEM II-B-V + 11% D, CEM II-B	CEM II-A-5 + 11% MK, CEM II-A-V + 11% MK, CEM II-A-V + 11% D, CEM II-A	CEM II-B-5, CEM II-B-V, CEM II-B-M	CEM II kiegészítőanyag nélkül, I II-L, CEM II-M (S-L), CEM II-M (V-L)
XA2	Szulfátok	duzzadás	CEM I-SR 0, CEM III-B-SR	CEM I-SR 3, CEM II-B-5-MSR, CEM II-B-V-MSR, CEM II-B-M-5-V-MSR	CEM I-SR 5, CEM II-A-V	SR, ill. kiegészítőanyag, II ha nem MSR
	Savak	oldódás	CEM III-B, CEM III-C	CEM II-B-5 + 10% MK, CEM II-B-5 + 11% D, CEM II-B-V + 5% MK, CEM II-B-V + 11% D, CEM II-A	CEM II	kiegészítőanyag nélkül, II-M (S-L), II-M (V-L), CEM I, ha nem SR, CEM II, ha nem MSR
XA3	Szulfátok	duzzadás	CEM III-C-SR	CEM I-SR 0, CEM III-B-SR		CEM I, ha nem SR, CEM II, ha nem MSR
	Savak	oldódás	CEM III-C	CEM III-B		CEM I, ha nem SR, CEM II, ha nem MSR
XA4(H)	Szulfátok és savak	duzzadás és oldódás	CEM I-SR 0 + 10% MK, CEM I-SR 0 + 11% D, CEM II-B-5-MSR + 5% MK, CEM II-B-5-MSR + 11% D, CEM II-B-V-MSR + 5% MK, CEM II-B-V-MSR + 11% D, CEM III-B-SR	CEM I-SR 5 + 10% MK, CEM II-A-5-MSR + 10% MK, CEM II-A-V-MSR + 10% MK, CEM II-A-V-MSR + 11% D, CEM II-A		CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül, CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
			CEM I-SR 0 + 10% MK, CEM I-SR 0 + 11% D, és mindegyikre megfelelő bevonat	CEM I-SR 5 + 10% MK, CEM II-A-5-MSR + 10% MK, CEM II-A-V-MSR + 10% MK, CEM II-A-V-MSR + 11% D, CEM II-A-MSR	10% MK, CEM I-SR 5 + 11% D, CEM II-A-5-MSR + 10% MK, CEM II-A-5-MSR + 11% D, CEM II-A-V-MSR + 10% MK, CEM II-A-V-MSR + 11% D, CEM II-A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül, CEM II, ha nem MSR és kiegészítőanyag nélkül
XA5(H)	Szulfátok és savak	duzzadás és oldódás				
XA5(H)	Savak	oldódás				
XA6(H)	Szulfátok és savak	duzzadás és oldódás				
XD1	Kloridok			CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II-B-V, CEM II-B-M (S-V), CEM II-B-5 + 10% MK, CEM III-A	CEM II-B-S	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II-A, CEM II-L, CEM II-M (S-L), CEM II-M (V-L)
XD2				CEM II-B-V + 11% D	CEM III-A	CEM I, CEM II-A, CEM II-B kiegészítőanyag nélkül, CEM II-L, CEM II-M (S-L), CEM II-M (V-L)
XD3			CEM III-B	CEM II-B-V + 11% D, CEM III-A	CEM I + 11% D, CEM I + 20% V, CEM II-B-5 + 11% D, CEM II-B-V, CEM II-B-M (S-V)	CEM I kiegészítőanyag nélkül, CEM II-A, CEM II-L, CEM II-M (S-L), CEM II-M (V-L)
XD1	Klorid szulfátok	duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II-B-V-MSR, CEM II-B-5-MSR + 11% D, CEM II-B-M-5-V-MSR, CEM III-A-MSR	CEM II-B-S-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül, CEM II-A, CEM II-B ha nem MSR
XD2	Kloridok szulfátok	lyukkorrozó és duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 0 + 11% D, CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II-B-V-MSR, CEM II-B-5-MSR + 11% D, CEM II-B-M-5-V-MSR, CEM II-A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül, CEM II, CEM III-A
XD3	Kloridok és szulfátok	lyukkorrozó és duzzadás	CEM I-SR 0 + 20% V	CEM I-SR 3 + 11% D, CEM I-SR 3 + 20% V, CEM II-B-V-MSR + 11% D, CEM III-B-SR	CEM I-SR 5 + 11% D, CEM I-SR 5 + 20% V, CEM II-B-V-MSR, CEM II-B-5-MSR + 11% D, CEM II-B-M-5-V-MSR, CEM II-A-MSR	CEM I, ha nem SR és kiegészítőanyag nélkül, CEM II-A, CEM II-B, ha nem MSR

A táblázatban szereplő valamennyi cement felel meg az MSZ EN 197-1:2011 szabvány követelményének az MSZ 84-60 normákban meghatározott cementek elgyséki és az MSZ 473-1:2013 szabvány követelményeit is.

A CEM III/A merekeken szulfatáló kórhósalalcement jelében nem feltétlenül szerepel az MSR jel, a CEM III/B szulfatáló kórhósalalcement jelében nem feltétlenül szerepel az SR jel.

A cement mellé kiválasztott adapolható kiegészítőanyag ( $K$ ) + talajjal szembeállított legnagyobb keménységi ( $K_c^{\text{talaj}}$ ) a cementtalajminta ( $C$ ) szembeállított legnagyobb keménységi legnagyobb kiegészítőanyag adapolási értéke ( $K_c^{\text{talaj}} = 100,7 \text{ GPa}$ ).

A külön adagolható koncentrációkat tartalmazó a leírású egyenletben  $C-E$  vonatkozásban  $^{\circ}$ -os értéke  $E_{C-E} = 100$ ;  $E_C(E_C + 1)$  átlagértékkel határozható meg.

### Kiepzatásvezeték jelölése

$\mathbb{D} = \text{Sardhik apok}$

LL = Measurability

$$M_k = A^- \text{ típusú metakónia}$$

5 = Granulák kobersalák

$\nabla$  = Sarvaṃśaśivā

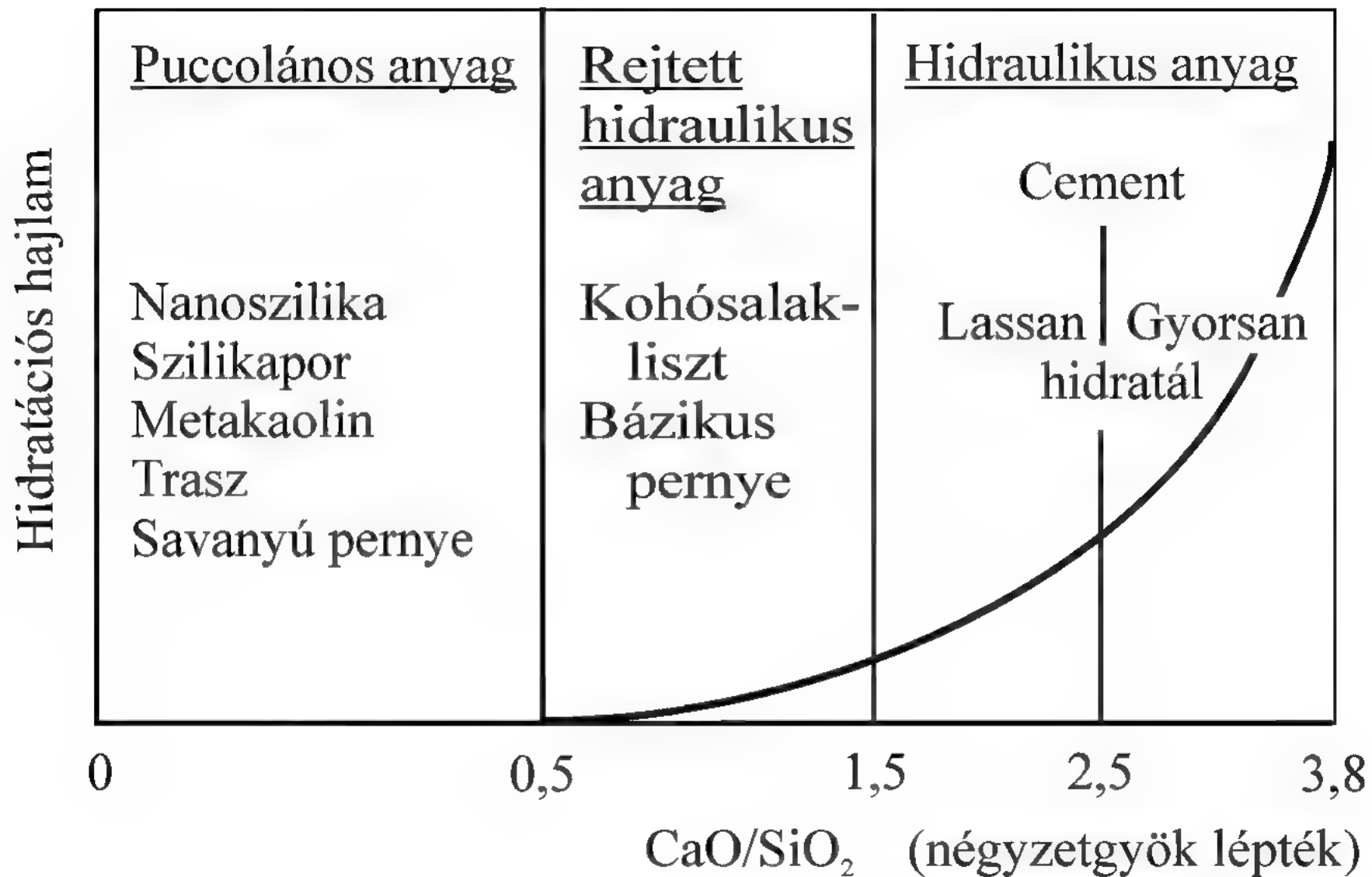
Kazusaw, 2016 *unpublished*.

A **cement** mesterséges, szervetlen, szilárd, kémiai folyamat hatására, levegőn és víz alatt is szilárduló, ún. **hidraulikus kötőanyag**.

Ezzel szemben a **mész** és a **gipsz** kizárólag levegőn szilárduló, ún. **nem hidraulikus kötőanyag**.

**Gyengén hidraulikus** tulajdonságokat mutat a **hidraulikus mész**, a **románcement** (románmész), a **mészpuccolán** (kőműves cement), valamint a **hidraulitok**, úgymint a természetes **trasz**, a mesterséges **kohósalak**, **pernye**, **szilikapor**, **metakaolin**.

A **kohósalak** általában mész nélkül is szilárdul, ezért rejtett hidraulikus kötőanyagnak tekinthető.



# MÉSZ



Kalcit



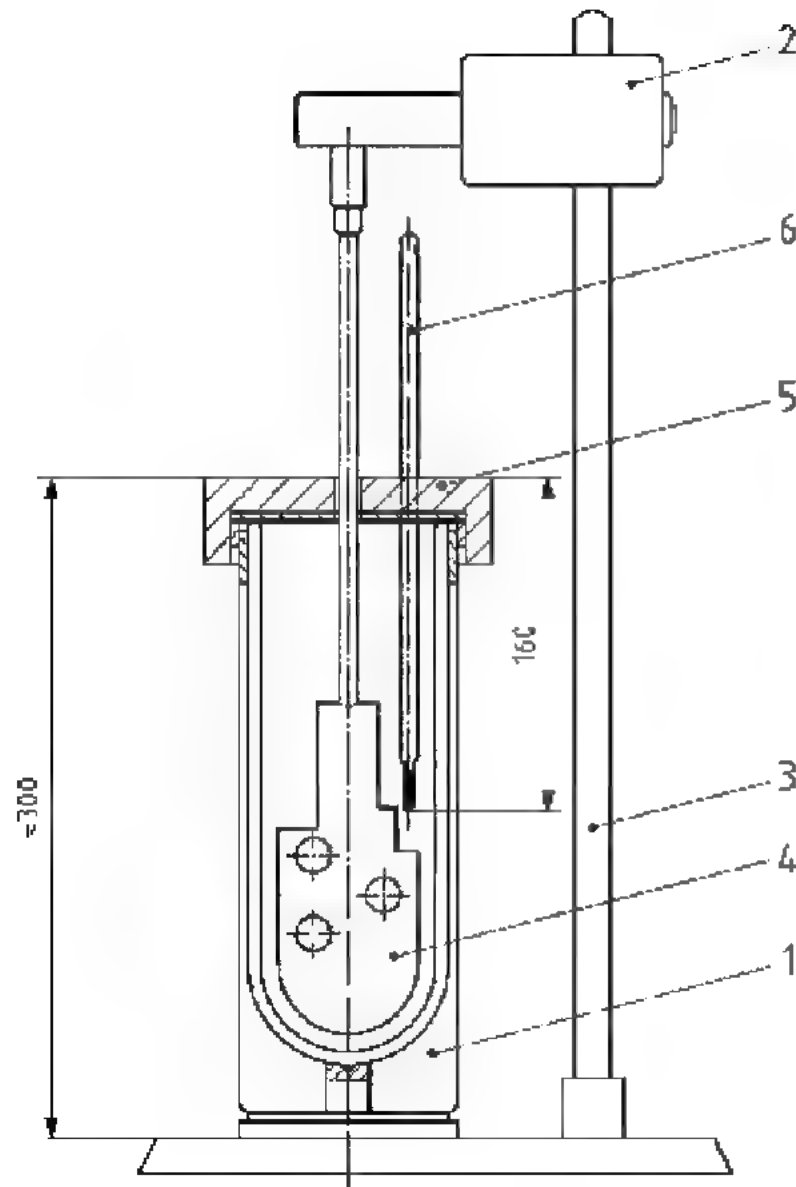
Kalcit

**A rajz forrása: dr. Vendl Aladár egy. tanár „Geológia” című egyetemi tankönyve (1953)**



Méreték mm-ben

**DEWAR-készülék  
a mész reakcióképességének  
(nedves oltási görbéjének)  
meghatározásához  
(MSZ EN 459-2:2011)**

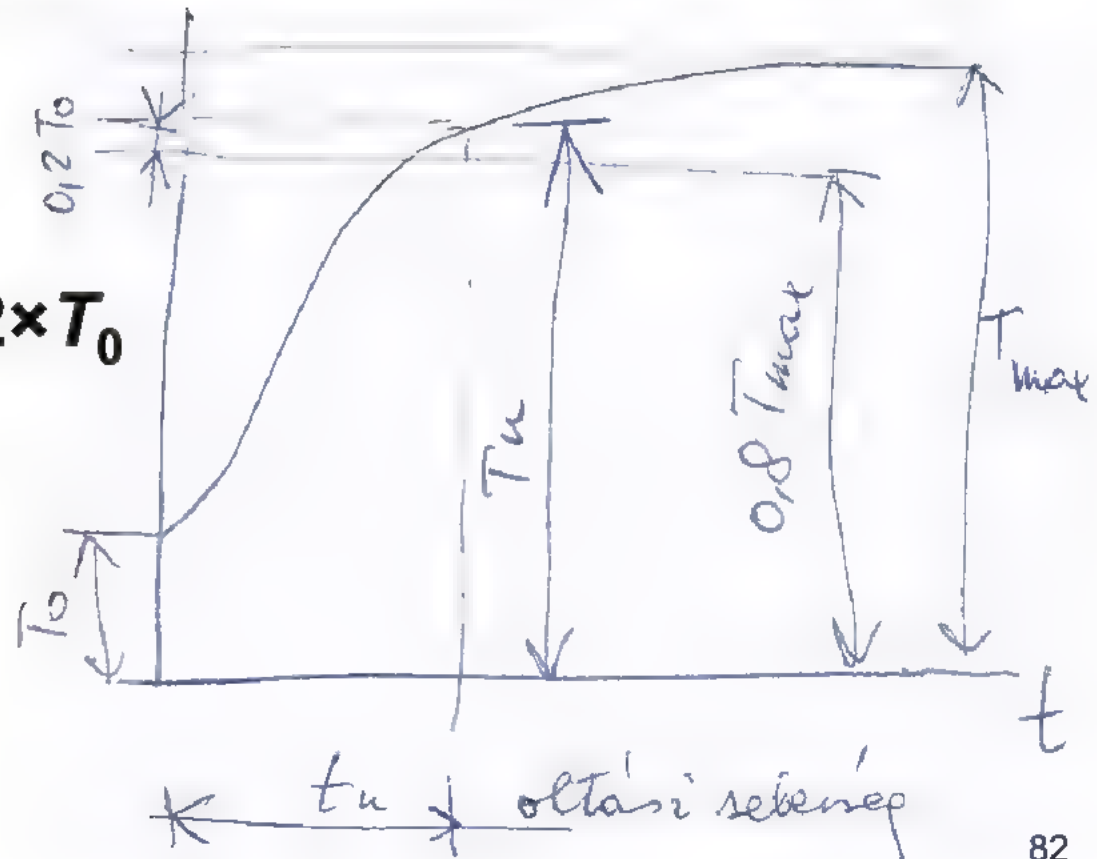


1. Dewar-edény
2. Keverőmotor
3. Állvány és tartószerkezet
4. Keverőlapát
5. Műanyag fedél
6. Kalibrált hőmérő

**A nedves oltási görbe az idő függvényében  
végbemenő hőmérséklet-növekedés görbéje**

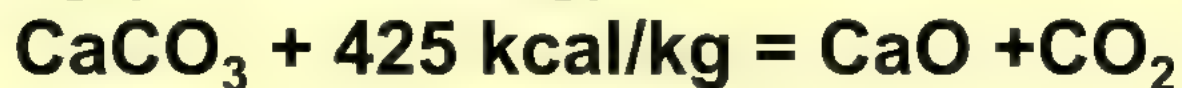
**Jellemzője az oltási sebesség ( $T_u$ ), amely a mész  
beoltásához szükséges időtartam ( $T_{\max}$ ) 80%-a,  
percben kifejezve:**

$$T_u = 0,8 \times T_{\max} + 0,2 \times T_0$$



A **mész** mesterséges, szervetlen, kémiai folyamat hatására, csak levegőn szilárduló, ún. **nem hidraulikus kötőanyag**.

A **mész** az egyik legrégebbi, évezredek óta használt, mesterségesen előállított kötőanyag. A hazánkban is bőségesen rendelkezésre álló **mészköből** ( $\text{CaCO}_3$ ) gyártják, amelynek (900 – 1500) °C közötti hőmérsékleten való égetésével első lépésben **darabos égetett meszet** ( $\text{CaO}$ ) állítanak elő. A **mészégetés** hőelvonó (endoterm) folyamat, amelynek hőmennyiség igénye mintegy 425 kcal/kg (~ 1780 kJ/kg):



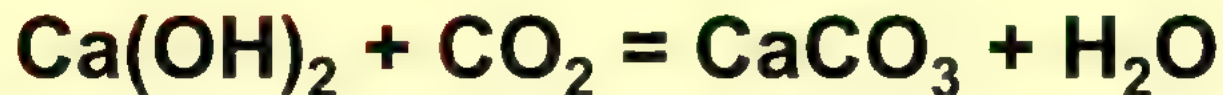
Az égetett mészből víz hozzáadásával **oltott meszet** ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) készítenek. A **mészoltás** hőfejlesztő (exoterm) folyamat, amelynek során mintegy 272 kcal/kg (~ 1140 kJ/kg) hőmennyiség keletkezik:



(Ezt a körülményt pl. gázbeton, kereskedelmi elnevezéssel pórusbeton gyártásakor jól ki lehet használni.) A mészoltás vízigénye (50 – 70) tömeg%, eredménye a **mészpép (oltott mész)**. Ha az égetett meszet kevés vízzel (mintegy 32 tömeg%) oltják be, akkor **porrá oltott meszet**, más néven **mészhidrátot** kapnak (száraz habarcs kötőanyaga).



A mészpép és a méshidrát lúgos kémhatású ( $\text{pH} > 7$ ). Kötése és szilárdulása kémiai folyamat, a levegő szén-dioxidjának ( $\text{CO}_2$ ) felvételével, víz kiválása és lúgos kémhatásának fokozatos elvesztése közben, lassan mészkővé alakul vissza (**karbonátosodik**):



A kialakult mészkő már nem lúgos, hanem semleges ( $\text{pH} \sim 7$ ) kémhatású.

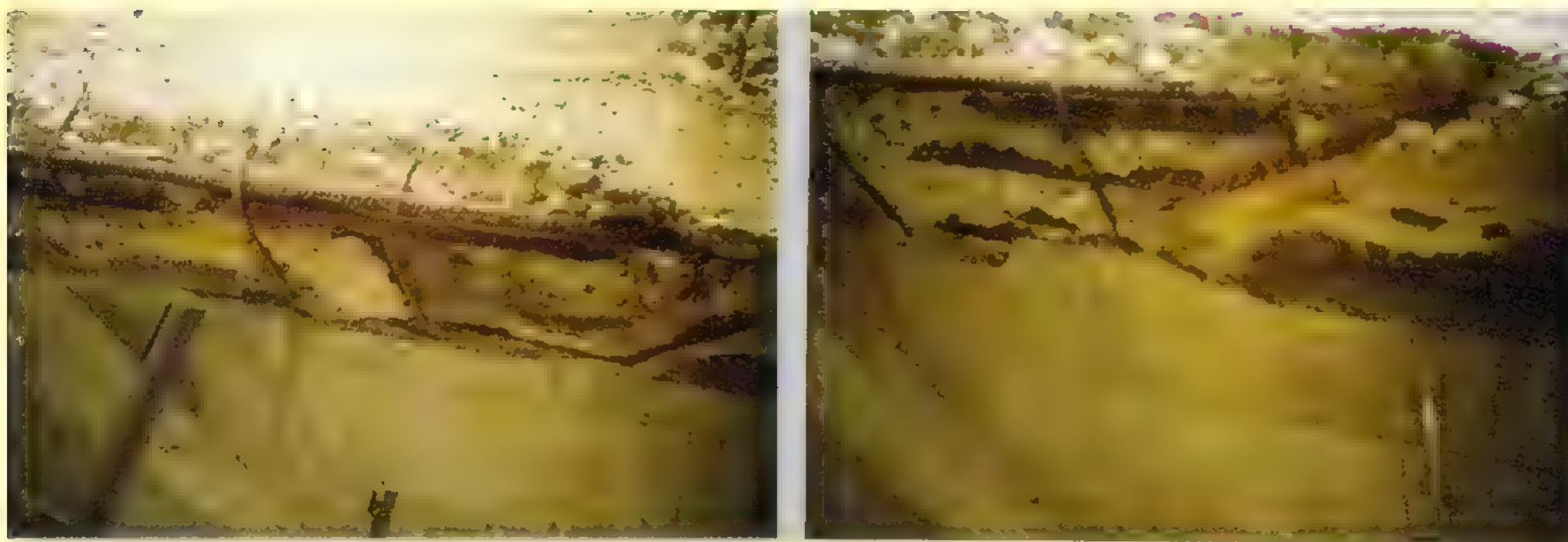
Minden cement tartalmaz a cement többi oxidos összetevőjéhez nem kapcsolódó ún. **szabad kalcium-hidroxidot** (ásványtani neve: portlandit). Ha a beton felületi tartományában ez a szabad kalcium-hidroxid karbonátosodik, akkor a karbonátosodott részen a beton is elveszti korábbi lúgos kémhatását.

A szabad kalcium-hidroxidot **nem szerencsés „szabad mésznek” nevezni**, mert akkor könnyen összetéveszthető a cementben, ill. betonban ugyancsak lekötetlenül, esetenként jelen lévő **aktív, szabad kalcium-oxiddal**. Ez a cement káros szennyezője, mert a megszilárdult betonban vagy habarcsban beoltódva, a keletkező nagyobb térfogatú kalcium-hidroxid a betont vagy habarcsot **szétrepeszti**.

A mészpép és mészhidrát fő alkalmazási területe a habarcskészítés, ahol a karbonátosodás kifejezetten kedvező, szilárdság növelő, porozitás csökkentő jelenség. A cementkőben lévő szabad kalcium-hidroxid karbonátosodása beton esetén szintén hasznos körülmény, ezzel szemben vasbeton és feszített vasbeton esetén a karbonátosodás kifejezetten kedvezőtlen jelenség, mert a folyamat előrehaladtával a karbonátosodott felületi betonréteg lassan eléri az acélbetétet, és az acélbetét a lúgos környezet megszűntével korrodálni kezdhet. Ezért igen fontos a betonfedés vastagságának a vasbeton, ill. feszített vasbeton környezeti osztálya szerinti, megfelelő megválasztása.



**A korrodált acélbetét lefeszíti a betonfedést.**



**A karbonátosodás előrehaladásának ütemét vastagabb betonfedéssel és tömörebb beton készítésével lehet késleltetni.**



Megjegyzendő, hogy a hazai kutatások szerint (dr. Kopecskó Katalin, 2003.) a szilárd beton, ill. cementkő a karbonátosodott zónában nem köti meg a téli jégmentesítéshez használt, beszivárgott olvasztósó kloridionjait.

A meg nem kötött, kristályosodó klorid egyrészt repesztí a betont, másrészt nedvszívó hatásánál fogva növeli annak víztartalmát, és megtámadja a betonacélt. (Ez utóbbi miatt nem szabad vasbeton készítéshez kloridtartalmú adalékszer alkalmazni.)

Ha a klorid a betonban megkötődik, akkor *Friedelsó* ( $3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ) keletkezik.

# GIPSZ



Gipsz

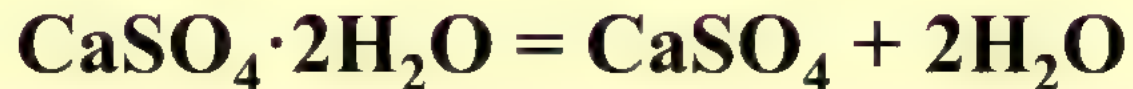


Gipsz

**A rajz forrása: dr. Vendl Aladár egy. tanár „Geológia” című  
egyetemi tankönyve (1953)**

A **gipsz** mesterséges, szervetlen, kémiai folyamat hatására, csak levegőn szilárduló, ún. **nem hidraulikus kötőanyag**.

**Gipsz** évezredek óta alkalmazott kötőanyag. Alapanyaga a **gipszkő** ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) vagy a **félhidrát** ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ), amelynek mindkét változata a természetben (pl. Erdélyben) igen elterjedt üledékes kőzet. Az **anhidritet**, másképp az **égetett gipszet** ( $\text{CaSO}_4$ ) a gipszkőből — kiűzve belőle a szerkezetileg kötött kristályvíz egészét — **180 °C feletti hőmérsékleten való hevítéssel állítják elő:**



Ha (60 – 180) °C közötti hőmérsékleten való hevítéssel a gipszkő kristályvizének csak egy részét, rendszeren háromnegyedét távolítják el, akkor *félhidrát* ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ ) keletkezik, amelyet *stukkógipsznek* is neveznek:



A porrá őrölt *anhidrit* vagy *félhidrát* a tulajdonképpeni *gipsz* (őrölt égetett anhidrit vagy *félhidrát*).

A *gipszet* vízzel összekeverve, levegőn visszaalakul szilárd *gipszkővé*. A *gipszkő*, a *félhidrát*, az *anhidrit* vízben gyengén oldódó anyag, ezért külső térben óvatosan kell alkalmazni.



A *gipszet* (*félhidrátot* = *stukkógipszet*) elsősorban **simításra**, **kiegyenlítésre**, továbbá térhatároló szerkezetek, burkolatok, tűzvédelmi lemezek (összefoglaló néven „szárazépítés” céljára), valamint **díszítő elemek** készítésére (épületszobrászat céljára) használják.

Az *esztrichgipszet* (*padozatgipszet*) (700 – 1000) °C közötti hőmérsékleten állítják elő, és porrá őrölik. Vízzel keverve megköt, sokkal keményebb és ellenállóbb lesz, mint a „*stukkógipsz*”; **gipszesztrich padlóbevonatok** készítésére alkalmas.

Az *alabástrom* (az egyiptomi Alabastron város neve után) szemcsés szerkezetű gipszkő, amelyet **szobrászati és díszítőipari célra** használnak, főként ha kevés kovasavat is tartalmaz; az ilyen *kemény alabástrom* jól fényezhető.

**A gipsz betontechnológiailag fontos alkalmazása, hogy a cementnek mellékalkotórésze (MSZ EN 197-1:2000). Mintegy 3 tömeg%-ban (legfeljebb 5 tömeg%-ban), gipszkő, anhidrit vagy félhidrát alakjában adagolják a cementklinkerhez és együtt őrlik azzal.**

**A gipsznek a *cementben (betonban)* kötésszabályozó szerepe van, hatására a cement lassabban köt. Ugyancsak kötésszabályozó szerepe miatt van szükség a gipszkőre a gázbeton (pórusbeton) gyártásánál.**

Újabban az erőművi füstgázok kéndioxid-tartalmának kimosásával gyártanak gipszet (*REA-gipsz*), elsősorban cementgyári felhasználás céljára. Az erőművi füstgáz-mosótoronyban a füstgázba vizes mészkő-szuszpenziót permeteznek, amely kalciumszulfát alakjában megkötí a kéndioxid-gázt.

A környezetkímélő eljárás nem csak az erőművi légszennyezést csökkenti, hanem a felfogott kéndioxid újrahasznosításával a szegényes gipszkő ásványvagyonunkkal (Alsótelekes) való takarékoskodást is lehetővé teszi.

# **Gyengén hidraulikus kötőanyagok**



## **Hidraulikus mész**

**A hidraulikus meszet zsugorodási hőmérséklet alatt, kb. 900 °C hőmérsékleten márgás mészkőből (8-10 tömeg% agyagtartalom), vagy mészmárgából (10-20 tömeg% agyagtartalom) égetik.**

**Az égetés során vízmentes kalcium-szilikát és kalcium-aluminát vegyületek is keletkeznek, és ezek teszik a terméket gyengébb vagy erősebb mértékben hidraulikussá (vízállóvá).**

**Porrá oltott állapotban, vagy oltatlanul porrá őrölve hozzák forgalomba.**

## **Románcement (románmész)**

**20 tömeg%-nál nagyobb agyagtartalmú márgából zsugorodást el nem érő hőmérsékleten (kb. 900 °C) égetik. Porrá őrölve és vízzel keverve gyorsan köt és víz alatt is szilárdul.**

**Mészpuccolán, amelyet kőműves cementnek is neveznek**

**Alapanyaga porrá oltott fehérmész vagy darabos égetett mész és természetes savanyú hidraulikus kiegészítőanyag (riolittufa, trasz, kovaföld, habkő, stb.).**

**Betonkészítésre nem alkalmas!**

# **Hidraulitok, hidraulikus kiegészítőanyagok**

## **Trasz, kohósalak, pernye**

**Hidraulitnak** (hidraulikus kiegészítőanyagnak) az olyan természetes vagy mesterséges kötőanyagot nevezzük, amelyek **lisztfinomságúra őrölve** és vízzel keverve **önmagában nem kötőképes, de gerjesztővel** (égetett mészpórral, oltott mésszel, cementtel) és vízzel keverve – a gerjesztő anyagtól függően – **levegőn, vagy víz alatt is kötni és szilárdulni képes.** Ezt a tulajdonságot **puccolános tulajdonságnak** nevezzük.

A **hidraulitokat** e tulajdonságuk folytán alkalmazzák a **heterogén portlandcementek és cementek** főalkotórészeként.

A **hidraulitok** általában savas jellegűek.



**Trasz**

A **trasz** (más néven **puccolán**) a természetes eredetű vulkáni törmelékes kőzet, a **tufa** **finom őrleménye**, amely **puccolános** tulajdonsága folytán **hidraulitnak** (hidraulikus kiegészítőanyagnak) minősül. (Trass holland szó, ragasztóanyagot jelent.)

A traszt e tulajdonsága folytán alkalmazzák a **traszportlandcementek** főalkotórészeként.

Hazánkban tufák Bodrogkeresztúr, Tar, Eger, Mád, Rátka, Sátoraljaújhely, Selyp, Szokolya, Egyházaskesző stb. környékén fordulnak elő. A tufák nevükben jelzőként a kiömlési kőzet nevét viselik: pl. riolit-, dácit-, andezit-, bazalttufa.

# Kohósalak

A **kohósalak** általában mész nélkül is szilárdul, ezért akár hidraulikus kötőanyagnak is tekinthető.

A nyersvasat vasércből, nagyolvasztó kohóban állítják elő. A **kohósalak** a nyersvasgyártáskor keletkező szilikátolvadék (**nyersvasgyártási melléktermék**). Ha a forró, tűzfolyós kohósalak-olvadékot gyorsan hűtik le, akkor szemcsés szerkezetű, nagyrészt üveges állapotú, ún. **granulált kohósalak** keletkezik, amely puccolános tulajdonsága folytán **hidraulitnak** (hidraulikus kiegészítőanyagnak) minősül.

A **granulált kohósalakot** e tulajdonsága folytán alkalmazzák a **kohósalakportlandcementek** és **kohósalak-cementek** főalkotórészeként.





**A forró, nyersvasgyártási szilikátolvadékot  
Kausay a kohósalak-hányóra öntik, ahol kihűl**

A kohósalakot (nyersvasgyártási melléktermék) **nem szabad összetéveszteni** a Siemens-Martin (acélgyártási) salakkal, amely a Martin-eljárás szerinti acélgyártás során keletkezik, tehát **acélgyártási melléktermék**, az ugyanis **nem időálló**.

A Martin-acélsalak sokkal több szennyezőt tartalmaz, mint a kohósalak.

A Martin-acélsalakban jelen lévő szabad magnézium-oxid (periklász) a nedvesség (a levegő páratartalma) hatására a betonban lassan beoltódik, és dolomit-mészhidráttá (brucittá) átalakulva térfogatát kétszeresére növeli, és a **megszilárdult betont összeroposztja**.

A <sup>Kausay</sup>betont a Martin-salak kéntartalma is károsíthatja.<sup>106</sup>

# PERNYE



A **pernye**, más néven **porszénhamu**, a széntüzelésű erőművek füstgázaiból kiszűrt szállópor, amely puccolános tulajdonsága folytán **hidraulitnak** (hidraulikus kiegészítőanyagnak) minősül.

A **pernyét** (Magyarországon a savanyú jellegű pernyét) e tulajdonsága folytán alkalmazzák a **pernyeportlandcementek** főalkotórészeként.

A pernye minősége az eltüzelt szén minőségétől (kőszén, barnaszén, lignit) és a kazánfajtától, sőt a szállópor szűrési technológiától is függ. Az utóbbi időkben a környezetvédelmi szempontok szerint tökéletesített füstgázsűrés eredményeképpen a pernyék károsanyagtartalma jelentősen megnőtt.



**Az MSZ EN 450-1:2013 szabvány a betonhoz „kiegészítőanyagként” használt pernye fizikai és kémiai tulajdonságait tárgyalja, de nem tárgyalja a cementek főalkotórészeként alkalmazott pernyék tulajdonságait.**

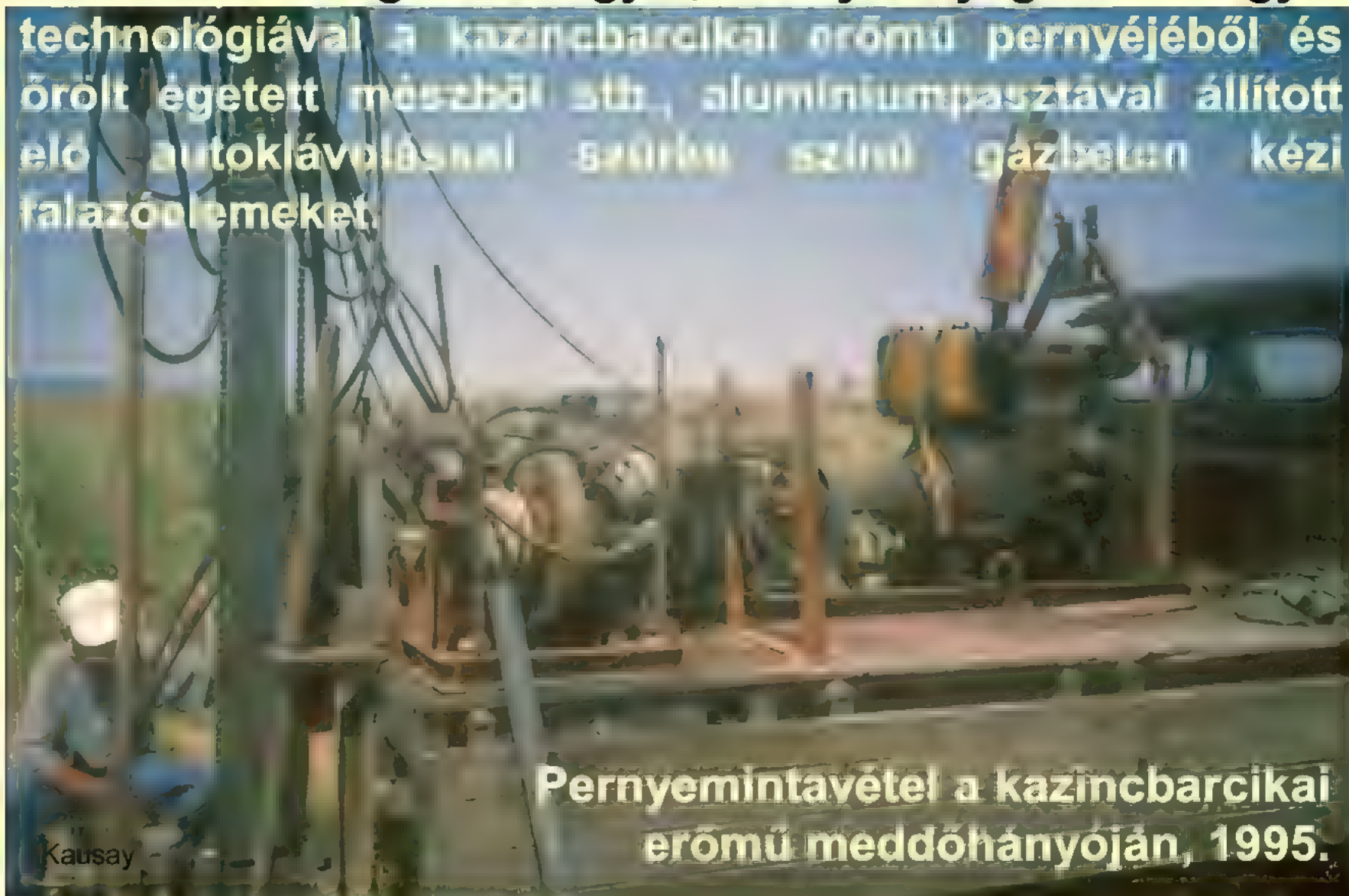
**A pernye „kiegészítőanyag” betonhoz adható annak érdekében, hogy a beton bizonyos tulajdonságait megjavítsa vagy különleges tulajdonságokat eredményezzen (lásd az MSZ EN 206:2014, illetve MSZ 4798:2016 szabványokat).**

**Az MSZ EN 450:1997 szabvány írja a beton-kiegészítőanyagként használható pernyéről:**

**„Porszén tüzeléséből származó, főleg gömbölyű, üveges szemcséjű finom por, amelynek puccolános tulajdonságai vannak és lényegében  $\text{SiO}_2$ -ból,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -ból áll, a reakcióképes  $\text{SiO}_2$  tartalma – az MSZ EN 197-1:2000 szerint meghatározva – legalább 25 tömeg%. A pernyét a porított antracitot vagy kőszénét elégető kemencék füstgázában lévő porszerű szemekből nyerik elektrosztatikus vagy mechanikai leválasztással.**


**MEGJEGYZÉS: A barnaszén elégetésével nyert pernyét nemzeti alapon el lehet fogadni, feltéve, hogy teljes  $\text{CaO}$  tartalma 10 tömeg%-nál kevesebb és a szabvány minden egyéb követelményének megfelel.”**

**Magyarországon 1963-1998 között működött a kazincbarcikai gázbetongyár, amely lényegében lengyel technológiával a kazincbarcikai erőmű pernyéjéből és őrölt égetett mészből stb., alumíniumpasztával állított elő autoklávolt szilárd színt gázbeton kézi falazóelemeket.**



**Pernyemintavétel a kazincbarcikai erőmű meddőhányóján, 1995.**



  
**Elkem  
Materials**

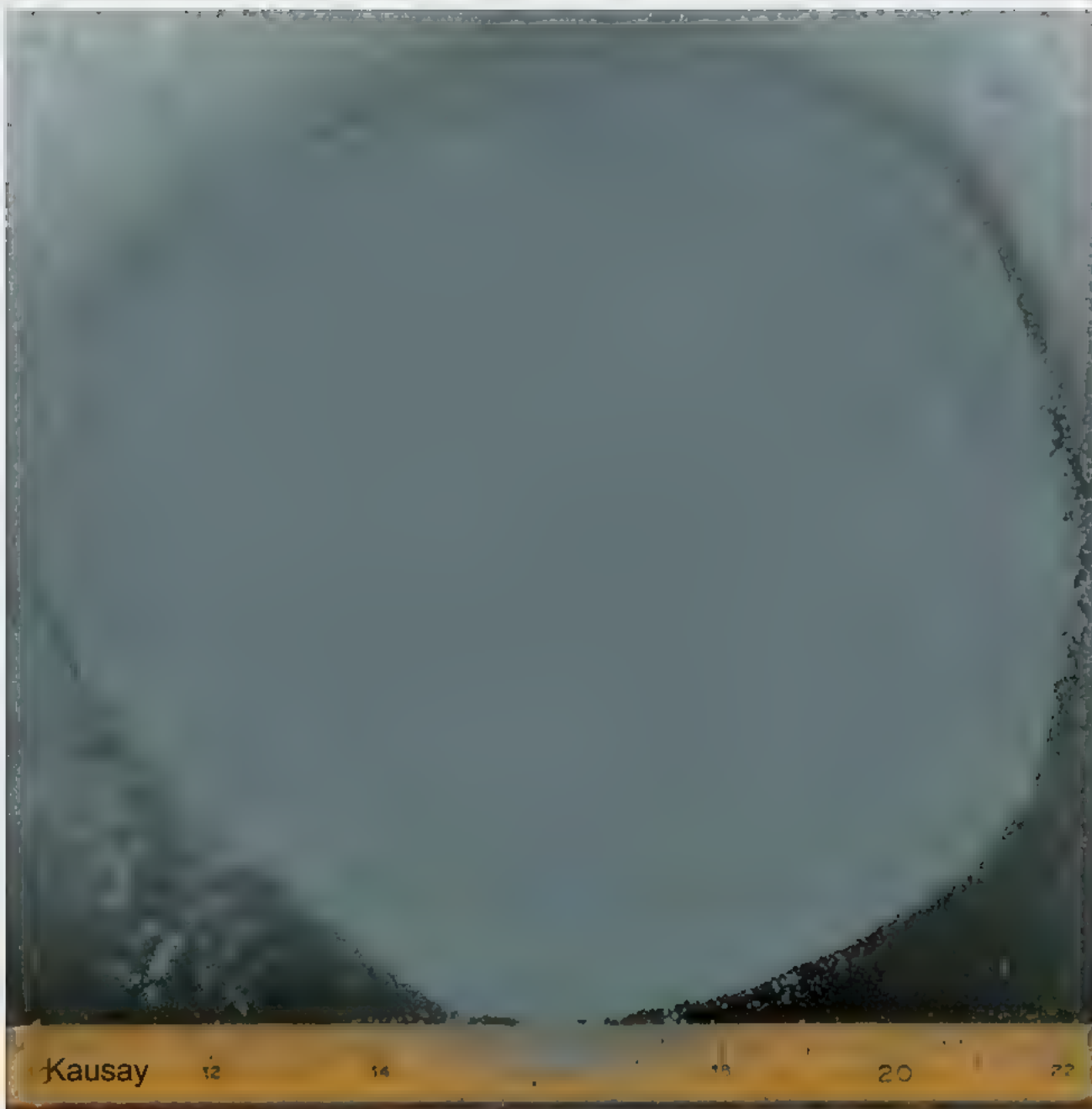
# **SZILIKAPOR**

**Elkem Microsilica®**  
*Grade 920-D*

Kausay

04 02 09





## Szilikapor

**Beton adalékszerek  
Habarcshadalékszerek  
Építési segédanyagok  
Különleges szárazhabarcshok**



**Műszaki termékismertető  
Cikkszám: 11016**

# **STABIMENT tömörítetlen Silicoll P szilikapor**

**Kiegészítő anyag habarcshoz és betonhoz**

**Felhasználási terület:**

A STABIMENT tömörítetlen Silicoll P szilikapor nagy finomságú, puccolános kiegészítő anyag, amely tomor és tartós betonok és habarcsok előállításához használható.

**Tulajdonságok, hatás:**

A STABIMENT tomorítetlen Silicoll P szilikapor különösen alkalmas:

- nagyszilárdságú és tartós,
- agresszív hatásoknak ellenálló,
- erősen vízzáró betonokhoz és habarcsokhoz, továbbá
- nagy teljesítőképességű lövellt betonokhoz, amelyekkel szemben olyan követelményeket támasztanak, mint a nagy tomorság, a nagy rétegvastagság és a visszahullás minimalizálása.

A STABIMENT tomorítetlen Silicoll P szilikapor:

- tömörítetlen por alakú, nem kristályos szerkezetű (amorf), nagy finomságú mikroszilika (kovasavliszt), amely
- térkitöltő szerepet tölt be a cementszemcsék között,
- részt vesz a kötésben is (puccolán reakció), továbbá
- erősíti a cementszemcsék és az adalékanyag közötti kapcsolatot.

Mindezek a tulajdonságok a habarcsban és a betonban:

- csökkentik a vérzést,
- javítják a kötést a cementkö mátrix és az adalékanyag között,
- növelik a szilárdságot és csökkentik a kopást,
- a cement alkotórészeivel létrejövő reakció következtében csökkentik a porozitást,
- lövellt betonoknál csökkentik a visszahullást,
- földnedves betonoknál javítják a zöltszilárdságot,
- csökkentik a kivirágzási hajlamot,
- növelik a beton fagyolvasztó sókkal szembeni ellenálló képességét,
- javítják a beton kémiai ellenálló képességét.

**Adagolás:**

Kausay

A kívánt hatás mértéke és a kiindulási keverék függvényében 50 – 100 g cement kilogrammonként, azaz kb. 5 – 10 % a cement tömegére vonatkoztatva. Legnagyobb megengedett adagolási mennyiség 100 g cement kilogrammonként.

**Felhasználási terület:**

A STABIMENT tömörítetlen Silicoll P szilikapor nagy finomságú, puccolános kiegészítő anyag, amely tomor és tartós betonok és habarcsok előállításához használható.

A STABIMENT tomorítetlen Silicoll P szilikapor különösen alkalmas:

- nagyszilárdságú és tartós,
- agresszív hatásoknak ellenálló,
- erősen vízzáró betonokhoz és habarcsokhoz, továbbá
- nagy teljesítőképességű lövellt betonokhoz, amelyekkel szemben olyan követelményeket támasztanak, mint a nagy tomorság, a nagy rétegvastagság és a visszahullás minimalizálása.

**Tulajdonságok, hatás:**

A STABIMENT tomorítetlen Silicoll P szilikapor:

- tömörítetlen por alakú, nem kristályos szerkezetű (amorf), nagy finomságú mikroszilika (kovasavliszt), amely
- terkitő szerepet tölt be a cementszemcsék között,
- részt vesz a kötésben is (puccolán reakció), továbbá
- erősíti a cementszemcsék és az adalékanyag közötti kapcsolatot.

Mindezek a tulajdonságok a habarcsban és a betonban:

- csökkentik a vérzést,
- javítják a kötest a cementkő mátrix és az adalékanyag között,
- növelik a szilárdságot és csökkentik a kopást,
- a cement alkotórészeivel létrejövő reakció következtében csökkentik a porozitást,
- lövellt betonoknál csökkentik a visszahullást,
- földnedves betonoknál javítják a zölde szilárdságot,
- csökkentik a kivirágzási hajlamot,
- növelik a beton fagyolvasztó sókkal szembeni ellenálló képességét,
- javítják a beton kémiai ellenálló képességét.

**Adagolás:**  
**Kausay**

A kívánt hatás mértéke és a kiindulási keverék függvényében 50 – 100 g cement kilogrammonként, azaz kb. 5 – 10 % a cement tömegére vonatkoztatva. Legnagyobb megengedett adagolási mennyiség 100 g cement kilogrammonként.





**Beton adalékszerek**  
**Habarcs adalékszerek**  
**Építési segédanyagok**  
**Különleges szárazhabarcsok**



**Tárolás,**  
**szavatosság:**

- Fagytól, erősebb napsugárzástól és szennyeződésektől óvni kell.
- Szárazon kell tárolni, mint a cementet.
- Ömlesztett szállításnál tiszta tartályt, tárolót kell használni.
- Eltartható zárt csomagolásban legalább 1 évig.

**Kiszerezés:**

Papírsák: ..... 20 kg bruttó=nettó  
Euro raklap: ..... 600 kg nettó zsugorfóliázva (30 db zsák)

## **Gyártja**

Sika Addiment GmbH  
D-69181 Leimen  
Peter-Schuhmacher Straße 8.  
Németország

## **Forgalmazza**

STABIMENT HUNGÁRIA Kft.  
Vác, Köhídpark dűlő 2  
☒. H-2601 Vác, Pf.: 198.  
☎: (36)-27-314-676, -314-665  
✉: [stabiment@elender.hu](mailto:stabiment@elender.hu)  
🌐 [www.stabiment.hu](http://www.stabiment.hu)  
☎/☎: (36)-27-316-723



**Németországban, Rudisleben mellett, a Gera folyó felett az áradás megrongálta régi híd pótlására új, 20,6 m fesztávolságú gyalogos és kerékpáros hidat építettek a következő, szilikaport (mikroszilikát) tartalmazó nagyszilárdságú finom-betonból (C70/85) és LC40/44 könnyűbetonból, előfeszített erősítő betonrudakkal.**

LC40/44 jelű könnyű-adalékanyag könnyűbeton összetétele a pályalemez készítéséhez		Betontulajdonságok			
	kg/m <sup>3</sup>	Friss beton testsűrűsége	1,56 - 1,60		kg/dm <sup>3</sup>
Cement CEM I 42,5 R	385	Szilárd beton testsűrűsége	1,45 - 1,49		kg/dm <sup>3</sup>
Keverővíz	160			Nap	N/mm <sup>2</sup>
Liapor könnyű homok 0/4 mm $r_{tr} = 1,55$ kg/liter Nedvességtartalom 15 M%	425,3	Nyomószilárdság Tárolás: ENV 206	A D	28 28	47,2 50,9
Liapor agyagkavics 4/8 mm, $r_{tr} = 1,21$ kg/liter Nedvességtartalom 1,4 M% Vízfelvétel 7 M%	492	Hasító- húzószilárdság	C	28	3,7
Microsilica-Slurry Elkem 1:1	53,9				
Folyósítószer FM26 Woermann	7,7	Rugalmassági modulus	C	28	16500
Kötéskésleltetőszér VZ32 Woermann	1,54	Nyomószilárdság	C	28	48,7

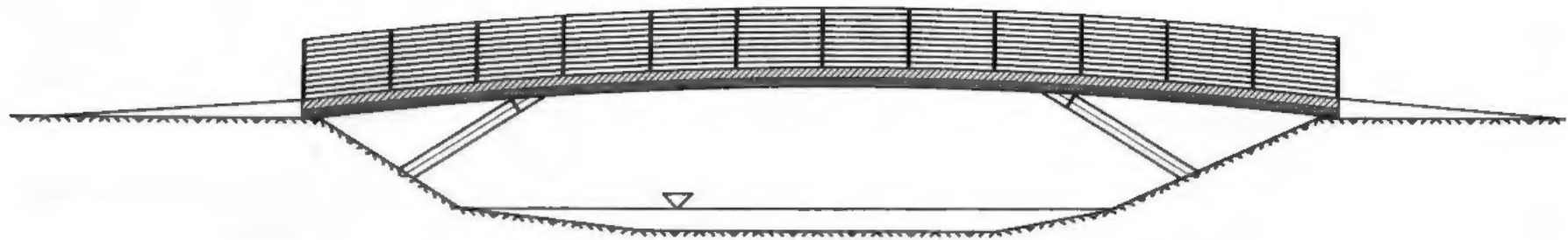
Kausay  
A=Kocka 150 mm; B=Hasáb 160-40-40 mm; C=Henger d/h = 100/200 mm; D=Henger d/h = 150/300 mm

Finom-beton összetétele előfeszített betonrudak készítéséhez		Betontulajdonságok			
	kg/m <sup>3</sup>			Nap	N/mm <sup>2</sup>
Cement CEM I 52,5 R	512	Nyomó- szilárdság	A	16	117,2
Keverővíz	153,6	Nyomó- szilárdság	A	28	130,3
Homok 1-2 mm	338	Nyomó- szilárdság	B	28	143,1
Zúzottkő 2-5 mm	1638	Nyomó- szilárdság	B	37	143,3
Microsilika Elkem (Szárzrész)	51,2	Hasító- húzószilárdság	C	28	15,3
Dramix acélszálerősítés OL 6/,16	40	Rugalmassági modulus	C	28	45655
Folyósítószer, por N	15,4	Nyomó- szilárdság	C	28	124,2

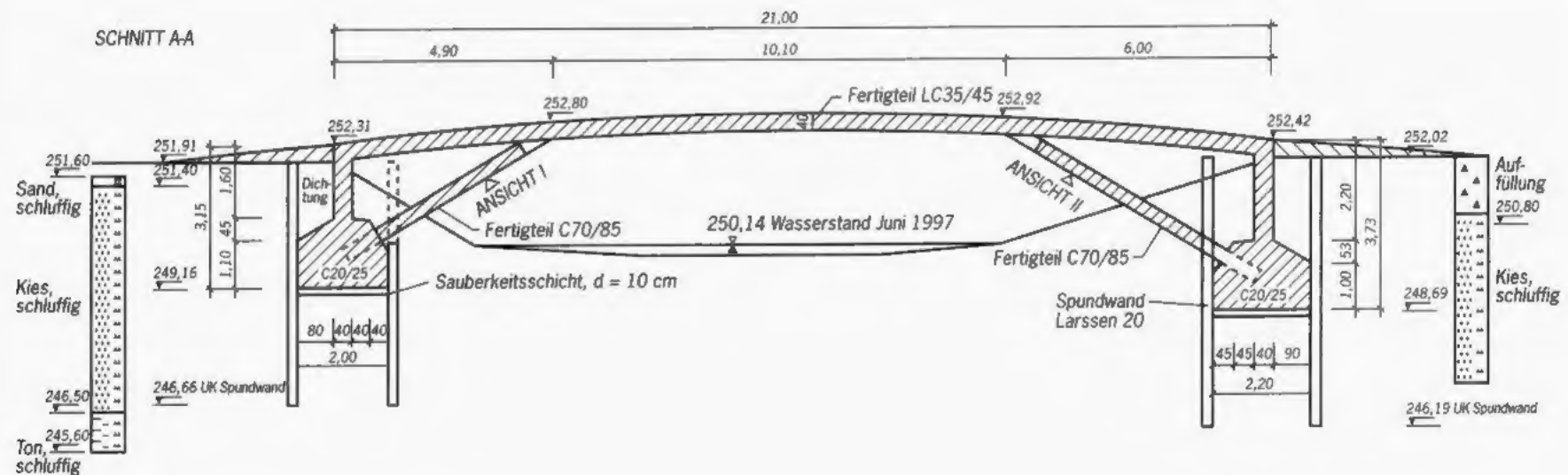
Kausay  
A=Kocka 100 mm; B=Hasáb 160-40-40 mm; C=Henger d/h = 113/200 mm 120

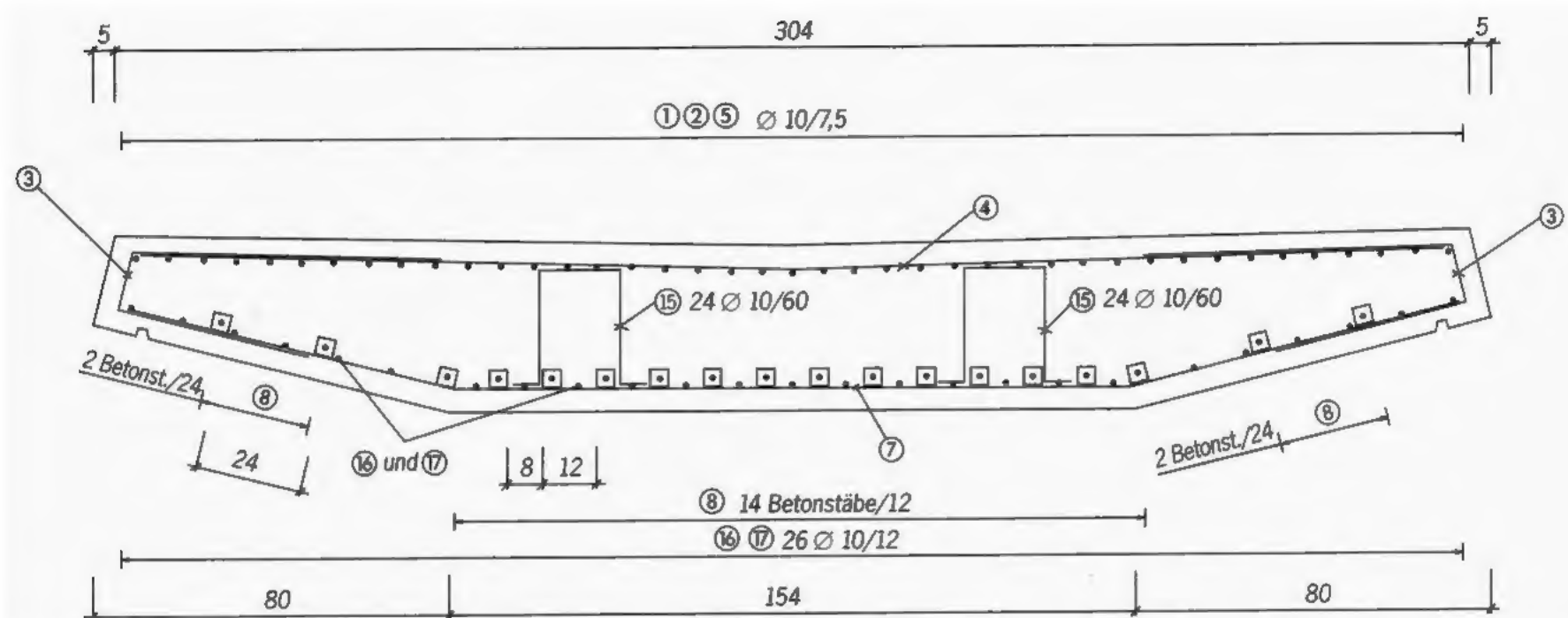


Betonösszetétel C70/85 jelű nagyszilárdságú közönséges betonhoz az ingaoszlopok készítéséhez		Betontulajdonságok			
	kg/m <sup>3</sup>				
Cement CEM I 52,5 R	420	Testsűrűség	2,48	kg/dm <sup>3</sup>	
Keverővíz	105		Nap	N/mm <sup>2</sup>	
Homok 0-2 mm	683	Nyomószilárdság	1	66,5	
Granodiorit zúzottkő 2-5 mm	182	Nyomószilárdság	7	87,9	
Kavics 5-8 mm	385	Nyomószilárdság	28	113	
Kavics 8-16	749				
Microsilica (SF) cementre vett 16%	67,2				
Folyósítószer 353 Woermann cementre vett 4%	16,8				



## A rudislebeni híd nézetrajza és hosszmetszete





**A rudislebeni híd keresztmetszete**

Forrás:

[http://aspdin.wifa.uni-leipzig.de/institut/forschung/br\\_rudisleben/index.htm](http://aspdin.wifa.uni-leipzig.de/institut/forschung/br_rudisleben/index.htm)

A cikk címe: Neubau der Brücke Rudisleben, Innovation im Stahl- und Spannbetonbau

Szerzők:

**Balthasar Novák** - König und Heunisch, Beratende Ingenieure, Leipzig;

**Hans Schäfer** - Ph. Holzmann AG, Neu-Isenburg;

**Thorsten Faust** - Institut für Massivbau und Baustofftechnologie, Universität Leipzig





**KÖSZÖNÖM  
SZÉPEN A  
FIGYELMÜKET**

Kausay

3300-szoros nagyítás

125